

# **Archiv**

für

## **pathologische Anatomie und Physiologie**

und für

### **klinische Medicin.**

---

Bd. LXIV. (Sechste Folge Bd. IV.) Hft. 3.

---

#### **XV.**

### **Ueber den Wassergehalt des menschlichen Centralnervensystems nebst einigen Versuchen über den Einfluss des constanten Stromes auf denselben.**

Von Dr. M. Bernhardt,  
Privatdocenten zu Berlin.

---

In den letzten Monaten des Jahres 1873 und in den ersten sechs des Jahres 1874 habe ich im chemischen Laboratorium des hiesigen pathologischen Instituts Untersuchungen über den Wassergehalt der Centralorgane des Nervensystemes angestellt, deren Resultate mit denen meiner Vorgänger auf diesem Gebiete theils übereinstimmen, theils nicht unerheblich von ihnen abweichen. Die Anregung zu diesen Arbeiten erhielt ich zuerst durch die Mittheilungen Buhl's: „Ueber den Wassergehalt im Gehirn bei Typhus“ (Zeitschrift f. ration. Medic. 1858. III. Reihe. Bd. IV. S. 294) und namentlich durch den Ausspruch des eben genannten Forschers, dass er keine Auskunft darüber zu geben vermöge, ob auch die Substanz des Rückenmarkes die Schwankungen des Wassergehaltes (während der tetanischen Zufälle bei Gehirnödem) selbst mit mache. Ich hatte speciell die Absicht, zu untersuchen, wie sich der Wassergehalt des Rückenmarkes bei verschiedenen fieberhaften Zuständen verhalte, theils weil ich über den Wassergehalt des Rückenmarkes in der Literatur nur sehr wenig vorfand, theils in der Hoffnung, durch diese Untersuchungen etwas zur Aufklärung

der verschiedenartigen lähmungsartigen Zustände beitragen zu können, welche sich nach fieberhaften Krankheiten bisweilen einstellen und bei deren Erklärung uns die pathologische Anatomie mehr als einmal im Stich lässt. Um es gleich hier auszusprechen sind nach dieser Richtung hin meine Hoffnungen kaum erfüllt worden, insofern das Material gerade während der Monate, in welchen ich arbeitete, nicht danach angethan war, meine Bestrebungen in dieser Beziehung zu begünstigen.

Ueber den Wassergehalt des Rückenmarkes finden sich in der Literatur nur wenige Aufzeichnungen. In den Annalen der Chemie und Pharmacie vom Jahre 1854 (Bd. XV. S. 1) hat v. Bibra eine Arbeit über das Rückenmark und die Nerven veröffentlicht, in welcher der Wassergehalt des Nackentheiles des Markes eines 44jährigen an Typhus verstorbenen Mannes 66,61 pCt. war, der des Nackentheiles einer 40jährigen an Lungenphthise zu Grunde gegangenen Frau 65,45 pCt., im Mittel aus beiden Beobachtungen also 66,03 pCt. Der Lendentheil des eben erwähnten Mannes zeigte 65,77 pCt. Wasser, der der Frau 66,22 pCt., im Mittel 65,99 pCt.; das sind die beiden einzigen Beobachtungen, welche ich ausser einer Notiz E. Bischoff's über den Wassergehalt des Markes auffinden konnte. Dieser Beobachter fand nemlich den Wassergehalt des Rückenmarkes eines 33jährigen hingerichteten gesunden Mannes zu 69,74 pCt. — Es versteht sich, dass ich die Beobachtungen über den Wassergehalt der Med. obl. als eines zum Hirn gehörigen Theiles hier vorläufig nicht berücksichtige. — Ich stellte meine Bestimmungen so an, dass ich von kleinen Stücken des eben der Leiche entnommenen Markes die Häute sorgfältig abpräparirte, dieselben zwischen Fliesspapier von Blut und Flüssigkeit, so weit es ging, befreite, sodann mit der Scheere zerkleinerte und in einem System von Uhrgläsern, dessen Gewicht vorher bestimmt wurde (und zwar fast jedesmal auf's Neue bei jeder neuen Untersuchung) abwog. Sodann trocknete ich die Substanz bei 90° C. in einem Trockenofen, bis kein Gewichtsverlust mehr eintrat, ein Resultat, welches, wie ich mich durch wiederholte Controlversuche überzeugte, in einem Zeitraum von 3½—4 Stunden erreicht wurde. Nach dem Erkalten (unter einem Exsiccator) wurde auf's Neue gewogen und die Rechnung angestellt. Als Resultat dieser Untersuchungen stellte sich für das Cervicalmark des Menschen eine Durchschnittszahl von

73,05 pCt., für das Lendenmark von 76,04 pCt. heraus, also bedeutend höhere Ziffern, wie sie v. Bibra erhielt und sich mehr der annähernd, wie sie von Bischoff mitgetheilt ist. Untersucht wurde, was das Cervicalmark betrifft

- 1) Cervicalmark eines in der 4. Woche eines Ileotyphus verstorbenen Mannes  
71,8 pCt.
- 2) Cervicalmark eines unter sehr hoher Temperatur (41—42° C.) verstorbenen Säufers  
70,5 pCt.
- 3) Cervicalmark eines 39jährigen Paralytikers (Paralysis univers. progressiva)  
83,7 pCt.  
(Siehe hierüber weiter unten.) —
- 4) Cervicaltheil eines durch Meningitis cerebrospinalis zu Grunde gegangenen Mannes  
erste Bestimmung 72,7 pCt.  
zweite Bestimmung 71,6 pCt.  
Mittel 72,15 pCt.
- 5) Cervicaltheil einer 52jährigen Frau (Multiple Knochen-Sarcome)  
75,9 pCt.
- 6) Cervicalmark eines an progressiver Paralyse verstorbenen Mannes  
74,9 pCt.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich (mit Hinweglassung der dritten, welche als ganz aussergewöhnlich dasteht und auf welche wir unten noch einmal zurückkommen müssen) eine Mittelzahl von  
**73,05 pCt.** Wasser für

das Cervicalmark.

Hinsichtlich des Lendenmarkes fand sich Folgendes:

- 1) Lendenmark einer in der 4. Woche eines Ileotyphus verstorbenen Mannes  
72,1 pCt.
- 2) Lendenmark eines unter sehr hoher Temperatur verstorbenen Säufers  
73,1 pCt.
- 3) Lendenmark eines Geisteskranken (Paralysis univers. progressiva)  
77,29 pCt.
- 4) Lendenmark eines 39jährigen Geisteskranken (Paralysis univers. progressiva)  
76,9 pCt.

5) Lendenmark eines an Meningitis cerebrospin. verstorbenen Mannes  
78,55 pCt.

6) Lendenmark einer an Tabes dorsalis verstorbenen Frau  
78,3 pCt.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich als Durchschnittszahl des Wassergehaltes des Lendenmarkes **76,04 pCt.**

Aus den Einzeluntersuchungen erhellt zunächst ein geringes Ueberwiegen des Wassergehaltes des Lendenmarkes über den des Cervicalmarkes; sodann erscheint ein fieberhafter Zustand, welcher kurz vor dem Tode bestand, wenigstens im Grossen und Ganzen für die Vermehrung des Wassergehaltes ohne Bedeutung, wohingegen sich eine offenbare Vermehrung desselben für die Rückenmarke Nervenleidender und Geisteskranker ergibt.

Das Resultat der Untersuchung Nr. 3 der ersten Reihe steht ganz isolirt da, wenngleich, wie schon oben bemerkt, sich bei allen Prüfungen der Rückenmarke paralytischer Geisteskranker ein sehr hoher Procentgehalt an Wasser ergab <sup>1)</sup>.

Die Trennung weisser und grauer Substanz, wie sie am Hirn mit relativer Leichtigkeit bewerkstelligt werden kann, lässt sich am Rückenmark sehr schwer ausführen. Von dem Cervicaltheil des Rückenmarkes einer 52jährigen Frau (No. 5. Serie I.), das einen Wassergehalt von 75,9 pCt. dargeboten hatte, suchte ich durch sorgfältiges Präpariren alle weisse Substanz zu entfernen und prüfte dann einen langen Streifen vorwiegend graue Centralsubstanz enthaltenden Markes auf die gewöhnliche Weise. Es ergab sich für die graue Substanz des Cervicaltheiles in diesem Fall die Zahl  
75,84 pCt.

fast übereinstimmend mit der Procentzahl des Gesammtmarkes.

Ebenso habe ich von Fall 6 (Serie I.) die normalen, nicht degenerirten, weissen Hinterstränge nach möglichster Befreiung

<sup>1)</sup> Das Protocoll des Versuchs lautet:

S(ystem) I . . . . . = 18,5565

S I + Stück vom Cervicaltheil = 19,3960

Nasse Rückenmarkssubstanz . . = 0,7395

Nach 5tündiger Trocknung

S I + S (getrocknete Substanz) = 18,777

Wassergehalt der 0,7395 Grm. . = 0,619

0,7395 : 0,619 = 100 : X.

In 100 Theilen also = 83,7 pCt.

von anhaftender grauer Substanz isolirt untersucht und ihren Wassergehalt 71,70 pCt. gefunden, also geringer als den des Gesamtmarkes (74,9 pCt.). Ob diese wenigen Befunde schon zu dem Schluss berechtigen, dass auch am Rückenmark die graue Substanz die weisse an Wasserreichtum übertrifft, wie es zweifellos für das Hirn der Fall ist, wage ich nicht zu entscheiden.

Ueber den Wassergehalt des Gehirnes (der grauen, wie der weissen Substanz) liegen von v. Bibra, Schlossberger, Hauff und Walter, Bischoff, Marcé, Addison und Anderen Untersuchungen vor (siehe die Angabe der Literatur am Ende), mit denen die meinigen im Wesentlichen übereinstimmen.

So fand v. Bibra den Wassergehalt der grauen Substanz der Hirnhemisphären 86,26 pCt. (Mittelzahl aus Einzelbeobachtungen berechnet), den der weissen 71,05 pCt., den der Med. obl. (Mittel aus 18 Beobachtungen) 73,25 pCt. (bei Geisteskranken übrigens 74,71 pCt.). Nach Schlossberger besitzt die graue Substanz der Hemisphären 86,17 pCt. Wasser, die weisse (des Corp. callosum) 70,63 pCt., nach Hauff und Walter die Hirnrinde 85,98 pCt. (84,92 pCt.), die Substanz des Corp. call. 70,37 pCt. (70,23 pCt.), nach Bischoff das Hirn (im Ganzen) 74,96 pCt., nach Marcé die graue Substanz 80 pCt., die weisse 70 pCt., nach Addison die graue Substanz 85,56 pCt., die weisse 71,73 pCt., die Med. obl. 76,68 pCt., nach Petrowsky die graue 81,6042 pCt., die weisse 68,3508 pCt. — Aus meinen eigenen Beobachtungen ergibt sich für die Hirnrinde eine Durchschnittszahl von **85,86 pCt.**, für die weisse Hirnsubstanz von **70,08 pCt.** und für die Med. obl. **73,9 pCt.**

I.

Med. obl.

- |  |           |
|--|-----------|
| 1) Nach einer Schädelfractur unter hohem Fieber gestorbener Mann | 73,5 pCt. |
| 2) Ein an Miliartuberculose verorbener Mann                      | 74,3 pCt. |

## II.

Hirnmarm.

Hirnrinde.

- 1) 60jährige, an einer fieberlosen Krankheit verstorbene Frau  
72,3 pCt. 86,8 pCt. (Stirnrinde)

Hirnmark.	Hirnrinde.
2) 24jähriger an Miliartuberculose verstorbener Mann	86,8 pCt.
3) Mann mit Kleinhirntumor	83,2 pCt. (Frontallappen)
70,8 pCt.	
4) Frau (Kleinhirntumor)	82,24 pCt.
71,42 pCt.	
5) Mann (58), Delirant	96,17 pCt.!
70,45 pCt.	
6) 25jährige Puerpera (Hinterhauptslappen)	82,4 pCt.
67 pCt.	
7) 50jähriger Mann (diffuse Nierenentzündung, keine Urämie), Schläfenlappenrinde	
82,8 pCt.	Mittel 83,7 pCt.
84,6 pCt.	
8) Ein unter hohem Fieber gestorbener Geisteskranker	
68,74 pCt.	85,23 pCt.
Mittel 70,08 pCt.	83,86 pCt.

Als Mittel wieder aus diesen beiden Zahlen, welches den Wassergehalt der grauen und weissen Hirnsubstanz zusammenge-  
nommen darstellen würde, ergibt sich nach meinen Beobachtungen  
77,99 pCt.

Nach den v. Bibra'schen Beobachtungen (bei deren Benutzung  
indessen nicht zu vergessen ist, dass der Autor für seine Berech-  
nung auch die den Wassergehalt der Med. obl., des Cerebellum,  
der Crura cerebri, des Corp. striatum und des Thal. opt. anzeigen-  
den Zahlen verwandte) ist der Gesamtgehalt an Wasser bei Hirnen  
von Individuen zwischen 19 und 48 Jahren  
75,66 pCt.

Er selbst aber macht darauf aufmerksam, wie bei zwei gleich-  
altrigen Individuen, welche demselben Leiden (Tuberculose) erliegen  
waren, das eine Mal der Wassergehalt 73,25 pCt. betrug, das andere  
Mal 77,99 pCt. „Es geht“, so fährt er fort, „hierauf hervor, dass  
innerhalb gewisser Grenzen auch der Wassergehalt des Hirnes nicht  
von Alter oder Krankheit bedingt ist, sondern als individuell ange-  
nommen werden kann.“

Mit Ausnahme der Beobachtung 5 (Hirn eines Deliranten), nach  
welcher sich für die Hirnrinde ein enorm hoher Wassergehalt er-

gab, halten sich die anderen Zahlen für das Hirnmark eben jenes Kranken, für Mark und Rinde eines anderen unter hohem Fieber gestorbenen Geisteskranken (Beobachtung 8) in den gewöhnlichen Grenzen und bestätigen so den Ausspruch v. Bibra's, dass im Totalgehalt von Fett und Wasser und festen Theilen, ebenso im quantitativen Verhältniss dieser Substanzen in den einzelnen Theilen des Gehirns sich bei Geisteskranken keine auffallenden Abnormitäten finden.

Ueber den Wassergehalt peripherer Nerven existiren auch nur von v. Bibra ausführlichere Mittheilungen, aus denen hervorgeht, dass derselbe für die verschiedenen Nerven, ja sogar für einzelne Strecken derselben nicht unerheblich variiren kann. Das ist aus den vorliegenden Untersuchungen als sicher zu ersehen, dass er kaum über 70 pCt. hinausgeht, und nicht unter 40 pCt. fällt. Ich habe hierüber keine eigenen Beobachtungen beizubringen, dagegen einige Untersuchungen über den Wassergehalt des sympathischen Nervensystemes angestellt, welche ich in Folgendem mittheilen will. Ich fand den Wassergehalt des Sympathicus (Grenzstrang) im Durchschnitt gleich 64,307 pCt.

#### Sympathicus.

- 1) In Folge complicirter Fractur gestorbener Mann: Ganglia des Halses mit den Verbindungssträngen:

70,73 pCt.

- 2) In Folge acuten Gelenkrheumatismus unter hohem Fieber verstorbener Mann

65,088 pCt.

- 3) An Pyämie verstorbene Frau (Hals- und Brusttheil)

69,02 pCt.

- 4) Alte Frau. — Bauchstrang

52,4 pCt.

Mittel **64,30** pCt.

An diese Untersuchungen erlaube ich mir hier kurz die Mittheilung über einige Versuche anzuschliessen, welche ich zur Prüfung der Frage angestellt habe, ob sich die kataphorischen Wirkungen des constanten Stromes (bekanntlich ein Theil der sogenannten katalytischen Wirkungen desselben) durch Wägung nachweisen lassen würden. Leitet man durch einen feuchten po-

rösen Körper einen electrischen Strom, so ist derselbe im Stande, Flüssigkeit in der Richtung des positiven Stromes fort- und dem negativen Pol zuzuführen. Neben den Einwirkungen auf die Contractionszustände der Gefässe, neben den specifischen Wirkungen auf die Nervensubstanz (vielleicht auch nur bestehend in einer Veränderung des Wassergehaltes der unter dem Einfluss der differenten Pole stehenden Gewebsstellen), endlich neben den electrolytischen Wirkungen erschien die Fähigkeit des Stromes, im Groben durch Flüssigkeitstransport eine Veränderung im Wassergehalt einzelner Theile hervorzubringen als ein nicht unwichtiger Factor, der zu seiner therapeutischen Anwendung aufforderte. Wenn sich Hemiplegien unter der Durchleitung eines constanten Stromes durch den Schädel besserten, wie ja von so manchen Autoren angegeben wird, so konnte man vielleicht an jene Fähigkeit des Stromes denken, durch Verringerung des um den Herd im Hirn liegenden und die noch gesunden Gewebe belastenden serösen Oedeme eine schnellere Restitution der wieder frei werdenden und auf's Neue in Thätigkeit tretenden Nervensubstanz bewirken zu können.

Zur directen Prüfung dieser Frage stellte ich folgende Versuche an:

Ein mit seinem Gesamtlinhalt quer durchsägter Schädel wurde (mit dem Hirn und seinen Häuten) so placirt, dass man mit Bequemlichkeit quer durch das Stirnhirn (die Electroden lagen beiderseits dem von der Kopfhaut befreiten Knochen an) einen constanten Strom von 15 Elementen gehen lassen konnte. Vor der Application der Electroden wurden aus dem Mark des Stirnhirns rechts und links kleine Stücke entnommen und auf ihren Wassergehalt in der oben angegebenen Weise geprüft. Danach wurde ein Strom 15 Minuten lang durchgeleitet, sodann von dem in der Nachbarschaft der vorher zur Prüfung herausgenommenen Marktheile gelegenen Hirnpartien neue Portionen entnommen und nun gesondert, das der Anode und das der Kathode zunächst gelegene Stück weisser Substanz auf seinen Wassergehalt untersucht.

Das Resultat des ersten Versuches war Folgendes: Vor der Durchleitung des Stromes zeigte die Marksubstanz des Stirnhirns der rechten Hemisphäre 70,2 pCt. Wasser, die des entsprechenden Theiles der linken Hemisphäre 70,0 pCt. Nach der Durchleitung zeigte die dem Kupferpol zunächst gelegene Partie einen Wasser-



gehalt von 71,1 pCt., während das dem Zinkpol benachbarte Mark 70,6 pCt. darbot, also Zahlenverhältnisse, die in Anbetracht der Schwankungen von 2—3 und noch mehr Procent, welche sich bei fast allen derartigen Untersuchungen finden, für sich nichts über den Einfluss des electrischen Stromes auf den Wassergehalt des Hirns beweisen, namentlich nicht beweisen, dass in der Nähe des positiven Pols der Wassergehalt vermindert und am negativen Pol vermehrt sei.

Ein zweiter, im Ganzen in ähnlicher Weise angestellter Versuch (das Hirn blieb innerhalb der Schädelkapsel mit seinen Häuten), nur dass ein constanter Strom von 30 Elementen durchgeleitet wurde, ergab Folgendes:

Vor der Application des constanten Stromes zeigte die Hirnsubstanz (vorzugsweise Rinde des Occipitalhirnes eines Mannes) einen Wassergehalt von 81,9 pCt. Wasser. Nach einer Durchleitung eines Stromes von obiger Stärke während eines Zeitraumes von 15 Minuten zeigte die der Anodenseite nahe liegende Hirnsubstanz einen Wassergehalt von 81,7 pCt., die der Kathode benachbarte von 83,0 pCt. Auch hier sind die Differenzen, obgleich das Resultat im Sinne der Hypothese ausgefallen ist (nämlich Vermehrung des Wassergehaltes an der Kathodenseite), so geringe, dass auf sie kein allzugrosses Gewicht gelegt werden darf, umsomehr als in einem dritten Versuch, gerade wie im ersten, sich wenn auch ein geringer, so doch immerhin ein Unterschied und zwar zu Gunsten der Anodenseite zeigte.

Die Marksubstanz aus dem Hirn eines Geisteskranken zeigte einen Wassergehalt von 68,3 pCt. Ein Stück dieser Marksubstanz, sorgfältig von jedem Antheil grauer Substanz befreit, wurde cubisch zugeschnitten zwischen zwei Thonplatten gebracht und an diese rechts und links die Electroden eines Stromes von 15 Elementen angelegt. Nach einer Durchströmung von 15 Minuten zeigte die Untersuchung den Wassergehalt der der Anode zunächst gelegenen Partie der Marksubstanz 70,7 pCt., den der Kathode zunächst gelegenen Partie 69,06 pCt., also eher eine Differenz zu Gunsten der Anodenseite.

Hierbei ist nicht zu vergessen, dass die Electroden nicht an den unverletzten, mit schlecht leitender Haut bekleideten Schädel, sondern direct auf die knöcherne Schädeldecke applicirt waren und

dass Stromstärken benutzt wurden, wie sie sich bei lebenden Menschen in der Mehrzahl der Fälle als am Gehirn nicht anwendbar herausstellen. Eventuelle günstige Wirkungen centraler Behandlungsweise mit dem constanten Strom auf diese mechanischen (kathaphorischen) Wirkungen desselben, woran man wohl denken konnte, zu beziehen, halte ich demnach fürderhin nicht mehr für statthaft.

Berlin, 6. Mai 1875.

#### L i t e r a t u r.

- Buhl, Ueber den Wassergehalt im Gehirn bei Typhus. Zeitschrift für ration. Medic. 1858. III. Reihe. Bd. IV.
- v. Bibra und Harless, Die Wirkung des Schwefeläthers in chemischer und physiologischer Beziehung. Erlangen 1847.
- v. Bibra, Ueber das Gehirn. Annalen der Chemie und Pharmacie. 1853. Bd. 85.
- v. Bibra, Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn des Menschen und der Wirbelthiere. Mannheim 1854.
- J. Schlossberger, Ueber das Gehirn des Neugeborenen. Annalen der Chemie und Pharmacie. 1853. Bd. 86.
- Hauff und Walter, Vergleichende Untersuchungen des Wasser- und Fettgehalts des Hirns. Annalen der Chemie und Pharmacie. 1853. Bd. 85.
- Schlossberger, Weitere Mittheilungen über die chemische Beschaffenheit der Hirnsubstanz. Annalen der Chemie und Pharmacie. 1854. Bd. 90.
- Marcé, Der Wassergehalt der weissen und grauen Substanz des Gehirns und die Beziehungen desselben zum Gehirnödem. Journal der Physiologie. 1860. III. (Schmidt's Jahrbücher Bd. 107. S. 155.)
- E. Bischoff, Einige Gewichts- und Trockenbestimmungen der Organe des menschlichen Körpers. Henle u. Pfeuffer's Zeitschrift f. ration. Medic. 1863. III. Reihe. Bd. XX.
- H. Addison, Analyse pathologischer Gehirne. Journal of mental science. 1866. July.
- Petrowsky, Zusammensetzung der grauen und der weissen Substanz des Gehirns. Pflüger's Archiv. 1873. Bd. VII. Heft 6 u. 7.