

(Aus dem tierphysiol. Institut der kgl. landwirtsch. Hochschule zu Berlin  
[Prof. N. Zuntz].)

## Über die Möglichkeit der Wiederbelebung der Ge- hirnzentren (nebst einigen Bemerkungen über Reaktionsänderungen in der Hirnsubstanz).

Von

**Franz Müller** und **A. Ott** (Berlin).

Die Anschauungen über die Lebensfähigkeit der Warmblüterorgane haben sich im Laufe der letzten Jahre erheblich geändert. Glaubte man bis vor kurzem, dass das Warmblüterherz gegen Sistierung seiner Zirkulation äusserst empfindlich sei, so haben die Durchblutungs- und Durchspülungsversuche von Langendorff und Rusch, Locke, Kuliabko, H. E. Hering und Gross<sup>1)</sup> gezeigt, wie wenig empfindlich das Organ ist, dass es noch Tage lang nach Aufhören der Zirkulation wieder zu automatisch-rhythmischer Tätigkeit gebracht werden kann. In gleicher Weise behalten die quergestreiften Muskeln<sup>2)</sup> und der Vagus und Sympathicus<sup>3)</sup> noch lange nach Aufhören der Zirkulation ihre Erregbarkeit bezw. ihr Leitungsvermögen für elektrische Reize.

Es lag daher der Gedanke nahe, ob nicht vielleicht die Auffassung von der übergrossen Empfindlichkeit der grauen Substanz des Gehirns gegen Zirkulationsstörungen, also vor allem gegen Aufhören der Blutversorgung, auch eine Einschränkung in dem Sinne erfahren

---

1) Rusch, Pflüger's Arch. Bd. 73 S. 535. — Locke, Zentralbl. f. Phys. 1901 Nr. 26. — Kuliabko, Pflüger's Arch. Bd. 90 S. 461 und Bd. 97 S. 539. — H. E. Hering, Pflüger's Arch. Bd. 99 S. 245. — Gross, ebenda S. 264.

2) E. Mangold, Zentralbl. f. Physiol. Bd. 16.

3) H. E. Hering, Pflüger's Arch. Bd. 90 S. 245 u. 253. In einer Fussnote, auf die wir erst kurz vor Abschluss der vorliegenden Versuche aufmerksam wurden, teilt Hering mit, dass er auch Versuche über Erhaltung oder Wiederbelebung der Funktionen des zentralen Nervensystems angestellt hat. Das Resultat entspricht dem der vorliegenden Arbeit.

müsse, dass vielleicht, wie beim Herzen, die nach Aufhören der Blutzufuhr rapid verlaufende Sauerstoffzehrung und Anhäufung von Zersetzungsstoffen durch rechtzeitige Ausspülung dieser Produkte und durch Zufuhr von frischem, assimilationsfähigen Material wieder beseitigt werden kann<sup>1)</sup>. Sprach auch einiges gegen diese Möglichkeit, wie z. B. die starke Veränderung des Nervenzellenbildes nach Nissl's Methode schon vor dem Tode bei geringfügigen Schädigungen des Tieres, vorausgesetzt, dass man überhaupt in der Ganglienzelle, nicht im Fibrillengitter (mit Bethe), das Zentralorgan sieht, so lag doch bei genauerer Überlegung kein stichhaltiger Grund vor, a priori in Abrede zu stellen, dass die graue Hirnsubstanz wieder funktionsfähig, d. h. reizbar und leitungsfähig, werden könne, wenn eine auf 37° erwärmte, mit Sauerstoff gesättigte und alle Bestandteile des Blutserums in der erforderlichen Ionenkonzentration enthaltende Lösung unter einem der Norm entsprechenden Druck zugeführt wurde. Da aber doch eine grössere Empfindlichkeit der Hirnzentren als des Herzens vermutet werden konnte, so wurde nicht erst die Anhäufung von Zersetzungsprodukten abgewartet, sondern gleichzeitig mit Abstellung der Blutzufuhr mit der Zufuhr der Ersatzflüssigkeit begonnen.

Kussmaul und Tenner hatten bei ihren bekannten Versuchen<sup>2)</sup> nach zwei Minuten dauerndem Blutabschluss noch Wiederherstellung der Hirnfunktionen bemerkt („Wiederkehr des Bewusstseins und der Willensherrschaft über die Körpermuskulatur“), und Siegmund Mayer fand bei seinen ausgedehnten Untersuchungen über dasselbe Thema<sup>3)</sup>, dass zeitweilige Absperrung der Blutzufuhr zum Gehirn des Kaninchens starke Reizung, dann Lähmung, endlich Wiederfunktionieren der vasomotorischen Centra zur Folge hat. Atem-

---

1) Siehe P. Ehrlich, Das Sauerstoffbedürfnis des Organismus. Verlag Hirschwald 1885. — Bethe, Allgem. Anat. u. Physiol. des Nervensystems. Leipzig 1903, und Nissl's verschiedene Arbeiten. Bethe sagt S. 325: „... Mit diesem offenbaren hohen Sauerstoffbedürfnis der Zentralorgane steht der anatomische Befund in engem Zusammenhang, dass die graue Substanz ausserordentlich reich an Blutgefässen ist, während die peripheren Nerven und Stränge des Zentralnervensystems nur spärliche Blutgefässe enthalten.“

2) Untersuchungen über den Ursprung und das Wesen der fallsuchtartigen Zuckungen u. s. w. Moleschott's Untersuchungen 1857. (Separatabdr. S. 22.)

3) Zentralbl. f. d. med. Wissensch. 1878 Nr. 32/33. Sitzungsber. d. Wiener Akad. Abt. 3 Bd. 91 S. 121. 1880. Prager med. Wochenschr. 1881 Nr. 1. Prager Zeitschr. f. Heilkunde Bd. 4 S. 26. 1883, ebenda S. 187.

zentrum und Gefässzentrum hielten eine länger als zwei Minuten dauernde Blutabspernung aus, sie waren sogar nach einer halben Stunde noch durch Wiederherstellung der Blutzufuhr wieder zu beleben, sofern nur inzwischen Lungenödem verhütet und künstliche Respiration eingeleitet war. Die Funktionen dieser beiden Centra erloschen am spätesten und kehrten zuerst zurück. Dagegen sah er nie nach 10—15 Minuten dauerndem Verschluss die willkürlichen Bewegungen wiederkehren.

Auf Grund dieser Erfahrungen wurde daher, wie erwähnt, gar nicht erst versucht, nach Unterbrechung der Blutzufuhr die Nährflüssigkeit zuzuführen, sondern gleichzeitig mit Aufhören der Durchblutung Ersatz zu schaffen gesucht.

Die Versuchsanordnung war klar vorgeschrieben. Als Versuchstier konnte nur das Kaninchen in Betracht kommen, da nur bei ihm der Abschluss der Blutzufuhr zum Gehirn nach der Vorschrift von Kussmaul und Tenner sicher ausführbar ist<sup>1)</sup>. Vor definitivem Abschluss wurden in die beiden Karotiden Kanülen eingebunden, die mittels Schlauchleitungen und eines Wärmerohrs mit dem die Durchspülungsflüssigkeit enthaltenden Gefäss in Verbindung standen. Durch die Lösung wurde aus einer Bombe dauernd Sauerstoff geleitet. Der Einlaufdruck betrug 50—60 mm Quecksilber. Auch die Venae jugulares communes wurden mit Kanülen versehen. Als Zeichen der Hirntätigkeit mussten solche Äusserungen massgebend sein, deren Bahnen sicher zu den kortikalen oder subkortikalen Zentren in nächster Beziehung stehen, da es nach dem oben Erwähnten und vielfachen sonstigen Erfahrungen bekannt ist, dass die in den kaudalen Teilen des Hirnstamms und im verlängerten Mark befindlichen Zentren gegen Zirkulationsstörungen relativ wenig empfindlich sind. So konnte z. B. ein Weiterfunktionieren der Atmung und des Herzvaguszentrum wenig für unsere Frage beweisen, ganz abgesehen von den eventuell noch tiefer im Rückenmark befindlichen akzessorischen Zentren, deren Zirkulation ja nicht behindert war.

Dass Pupillar- und Kornealreflex zu subkortikalen Zentren Beziehungen haben und bei der Erstickung sehr schnell versagen, ist

---

1) Hunde und Katzen haben fast immer ausser den beiden Arteriae vertebrales und carotides noch kollaterale arterielle zum Hirn führende Bahnen, so eine Anastomose der Hals- und Interkostalarterien mit der Art. spinalis ant. (Hill, Physiology and pathology of cerebral circulation. London 1896.)

bekannt. Ihr Verhalten wurde daher in den Versuchen aufmerksam verfolgt. Ferner wurde die Funktion der motorischen Rindenregion zunächst bei normaler Zirkulation, sodann später, sobald die Rinde blutleer geworden war, vermittels elektrischer Reizung geprüft. Als Beispiel möge das Protokoll eines Versuches dienen:

#### Versuch VII. (30. Oktober 1903.)

Grosses Kaninchen, 2000 g. Freilegung der beiden Jugularvenen, des Truncus anonymus links und des Stammes der A. subclavia rechts. Isolierung der Karotiden. Es werden Fäden zur Abschnürung unter den Gefässen bereitgelegt. Trepanation. Feststellung des Arm- und Beinzentruns rechts. Bei R.-A. 130 mm (kleines Bunsenelement und Schlitteninduktorium) und Reiz mit Kugelelektroden: Zuckung in der linken Vorder- bzw. Hinterpfote. R.-A. 140 mm unwirksam.

12<sup>h</sup> 20': Einbindung der Kanülen in die Karotiden dann in die Jugularvenen, dabei Blutverlust.

12<sup>h</sup> 25': Beginn der Durchspülung mit 37° warmer Ringer'scher Lösung. Druck 60 mm Quecksilber. (Der Druck verhindert gerade das Zurückströmen von Blut in die Leitung und überwindet den Blutdruck.) Durchleitung von Sauerstoff. Die Lösung enthält

NaCl . . . . .	0,9 ‰
KCl . . . . .	0,02 ‰
NaHCO <sub>3</sub> . . . . .	0,02 ‰
CaCl <sub>2</sub> . . . . .	0,02 ‰
Traubenzucker . . . . .	0,1 ‰.

Gleichzeitig Öffnung der Jugularvenen, aus denen das Blut venös ausläuft.

12<sup>h</sup> 30': Abschluss der Subclavia rechts und Tr. anonymus links. Sofort bleibt der vorher deutliche Kornealreflex weg. Die Pupille wird maximal weit. Vortreten des Bulbus. Schwache Krämpfe des Tieres.

12<sup>h</sup> 32': Hirnrinde blass. Reizung des rechten Arm- und Beinzentruns. R.-A. 130 mm: Effekt linksseitig vorhanden. Tier atmet regelmässig tief langsam.

12<sup>h</sup> 33—34': Rindenreizung. R.-A. 130 mm ohne Erfolg. Aus der rechten Jugularvene läuft wasserklare Flüssigkeit. Rindenreizung bis R.-A. 50 mm negativ. Nur starke Zuckungen der Kaumuskulatur (Stromschleifen).

12<sup>h</sup> 35': Aufhören der Atmung ohne Krämpfe.

12<sup>h</sup> 41': N. ischiadicus normal erregbar.

12<sup>h</sup> 44': Reizung des Pl. brachialis. R.-A. 400 mm. Lokalisierte Zuckung einzelner Muskeln. R.-A. 350 mm. Zuckung der ganzen Vorderpfote.

Sektion: Das Gehirn ist völlig blutleer. In einzelnen Venen finden sich Thromben (dies erklärt, warum die Flüssigkeit aus der linken Jugularvene nicht während der ganzen Versuchsdauer ausfloss). Lage der Unterbindungsfäden korrekt.

Fassen wir unter Weglassung irgendwie unsicherer Versuche die Resultate der acht exakt verlaufenen Durchspülungen zusammen, so erlosch stets, fast mit dem Moment des Blutabschlusses, der Kornealreflex, und die Pupille wurde maximal weit unter Vortreten des Bulbus, genau wie sonst bei der Erstickung. Einmal konnten wir Nystagmus, Drehung des Bulbus nach innen und oben synchron der noch spontanen Atmung in den ersten Minuten beobachten, nachdem die Kussmaul-Tenner'schen Krämpfe vorüber waren. Diese traten fast ausnahmslos in typischer Form ein. Sie fehlten nur, wenn die Operation lange gedauert oder das Tier einen erheblichen Blutverlust erlitten hatte<sup>1)</sup>. Die Atmung erlosch teils sofort, teils mehrere Minuten nach Beginn der Durchspülung<sup>2)</sup>. Der Erfolg der elektrischen Rindenreizung hörte auf, sobald die Rinde blutleer wurde und die Durchspülungsflüssigkeit aus den Venen hellrot und wässrig auszufließen begann. Dagegen waren die tieferen Hirnzentren und die Hirnnerven zu dieser Zeit noch mit schwachen Strömen reizbar. So ergab z. B. Reizung der Vierhügel oder des Chiasma n. optici am zerebralen Stumpf bei R.-A. 250 mm (kleines Bunsenelement) 10—15 Minuten nach Aufhören der Kussmaul-Tenner'schen Krämpfe Drehung des Bulbus und Zuckung im Oberlid (dieselbe Stromstärke rief beim Muskel eine nur sehr schwache Zuckung hervor). Dass die Reizung des peripheren Facialis-Akusticusstumpfes an der Austrittsstelle am verlängerten Mark Kontraktion der Kau- und Gesichtsmuskeln der gleichen Seite herbeiführte, ist selbstverständlich. Aber auch bei Reizung des zentralen Facialis-Akusticusstumpfes traten Kontraktionen in den Kau- und Gesichtsmuskeln der anderen Körperhälfte auf. Der reflektorische Reiz wurde also wohl durch den Hirnstamm hindurch nach der anderen Seite übertragen. Diese Beobachtungen an den tieferen Hirnteilen stimmen also mit der länger dauernden Reizbarkeit des Atemzentrums und seiner relativ leichten Wiederbelebung durch Wiederaufnahme des Blutes überein. Die von Siegm. Mayer genau studierten „postanämischen Bewegungen“ der Kopfmuskeln<sup>3)</sup>, fibrilläre Muskelzuckungen peripheren Ursprungs, gelangten auch zur Beobachtung.

1) Vgl. Siegm. Mayer, Prager Zeitschr. f. Heilk. Bd. 4 S. 29. 1883 und Kussmaul und Tenner, l. c.

2) Da es uns nur auf kurzdauernde Beobachtungen ankam, so sorgten wir nicht für Vermeidung des Lungenödems nach den Vorschriften von Siegm. Mayer.

3) l. c.

Überblicken wir unsere Befunde, so zeigte sich, dass die kortikalen und die subkortikalen Gehirnteile fast unmittelbar nach Verlust der Blutzufuhr ihre Tätigkeit einstellten, und dass der gleichzeitige Ersatz des Blutes durch dem Serum entsprechende Lösungen von Körperwärme trotz Vorhandenseins sicher ausreichender Sauerstoffmengen keine Wiederherstellung brachte, so dass man danach an der Möglichkeit der Wiederbelebung der Hirnrindenteile im Gebiet des Grosshirns jedenfalls wohl zweifeln darf. Der Hirnstamm und die Hirnnerven verhalten sich, wie vorauszusehen war, anders. Diese Leitungsbahnen sind eben gegen Änderung des Ernährungsmaterials viel weniger empfindlich. So konnte auch Bethe im Rückenmark einen auffallenden Unterschied bezüglich der primären Färbbarkeit, die der Leitungsfähigkeit parallel geht, konstatieren zwischen den Achsenzylindern, die die Fortsetzung peripherer Nervenfasern bilden (motorische und sensible Wurzeln), gegenüber den in den Strängen und der grauen Substanz verlaufenden Nervenfasern. Er sagt: „Erstere verhalten sich wie die Fasern peripherer Nervenstämme, in denen sich auch noch viele Stunden, ja Tage nach dem Tode die primäre Färbbarkeit erhalten lässt, letztere wie Ganglienzellen und graue Substanz.“

Unsere Versuche schliessen allerdings die Möglichkeit der Wiederbelebung von Teilen der grauen Hirnsubstanz nicht mit absoluter Sicherheit aus. Es erscheint aber unwahrscheinlich, dass der in unseren Versuchen fehlende und normalerweise die Hirnzirkulation beherrschende Wechsel zwischen Blutzufuhr und -abfuhr, der durch periodisch wechselnden Einlaufsdruck und Ansaugung vom rechten Herzen her hätte nachgeahmt werden müssen, das Resultat wesentlich beeinflusst. Wir glaubten daher, auf diese Versuchsanordnung verzichten zu dürfen. Ferner nimmt man wohl allgemein an, dass in der Gehirns substanz nach Aufhören der Blutzufuhr sehr schnell chemische Gleichgewichtsverschiebungen eintreten<sup>1)</sup>. So soll die Rinde ihre alkalische Reaktion (gegen Lackmus) verlieren und saure Reaktion (d. h. Rotfärbung von Lackmuspapier) anzeigen. Man könnte nun einwenden, dass wir bei unseren Durchspülungen nicht genügend der Neutralisierung dieser Säuremengen Rechnung getragen haben. Demgegenüber soll nochmals darauf hingewiesen werden, dass unsere Spülflüssigkeit 0,02 %  $\text{NaHCO}_3$  enthielt und gegen Lack-

---

1) Bethe's neue Versuche sprechen auch dafür.

mus ganz schwach alkalisch resp. neutral reagierte, ferner aber, dass wir ja gerade eine Unterbrechung der Zirkulation, bei der die Säuerung sonst bemerkt wurde, vermieden haben, und daher dieser Einwand nicht gerade sehr begründet ist. Es erschien aber doch von allgemeinem Interesse, die Frage der Reaktion der lebenden Rindensubstanz, auf Grund unserer heutigen physikalisch-chemischen Anschauungen nochmals zu prüfen.

Heidenhain hatte wiederholt saure Reaktion beobachtet, Gscheidlen<sup>1)</sup> konstatierte dann durch Einsenken von mit Lackmus getränkten Gypsnägelchen in vivo saure Reaktion der grauen, neutrale oder schwach alkalische Reaktion der weissen Substanz. Pflüger<sup>2)</sup> musste es bei seinen Betrachtungen der „physiologischen Verbrennung im lebendigen Organismus“ interessieren, mit welcher Geschwindigkeit die Zersetzungen der Gehirnmasse ablaufen. Er fand gleichfalls die weisse Substanz schwach alkalisch, die graue selten ebenso, zuweilen neutral, meist schwach sauer. Die Säuerung, bestimmt mit feinst reagierendem neutralen Lackmuspapier, nahm erstaunlich schnell zu. Später hat dann Edinger<sup>3)</sup> nach intravenöser Infusion von Alizarinnatrium im Gehirn und Rückenmark saure Gewebsreaktion gefunden. Und Langendorff sah 1885<sup>4)</sup> unter Einhaltung gewisser Kautelen (Abkühlung der Instrumente etc.) die lebende Rinde gegen Lackmus alkalisch, die erstickte sauer reagieren und postmortal oder nach Aufhebung der Blutzufuhr die Säuerung schnell auftreten. Diese Verschwand nach Wiedereinlassen des Blutes je nach der Dauer der Absperrung wieder mehr oder weniger schnell und machte neutraler oder alkalischer Reaktion Platz. Auch P. Ehrlich<sup>5)</sup> erhielt bei seinen zahlreichen intravitalen Injektionen von Alizarinnatrium und Indophenolweiss deutliche Hinweise dafür, dass in der Hirnrinde nach Aufhören der Blutzufuhr lebhafte Reduktionsprozesse einsetzen. Er konnte durch elektrische Reizung Änderungen in der Schnelligkeit des Reduktions Eintritts künstlich herbeiführen. Bethe endlich<sup>5)</sup> sagt u. a.: „Während ich also eine irgendwie nennenswerte Assimilation und Dissimilation in den eigentlich leitenden Gebilden, den Neurofibrillen, leugne, . . . . nehme ich solche Prozesse in den Zentralteilen zur Bildung und Vernichtung der dämpfenden Substanz (der Konkurrenzsubstanz) in Anspruch.

Bei den eigenen Versuchen, die der eine von uns (Müller) ausführte, wurde ein nach Pflüger's Vorschrift hergestelltes neutrales Lackmuspapier und der mir von Herrn Kollegen H. Friedenthal

---

1) Pflüger's Arch. Bd. 8 S. 171.

2) Pflüger's Arch. Bd. 10 S. 312.

3) Pflüger's Arch. Bd. 29 S. 247.

4) Neurolog. Zentralbl. Bd. 4 S. 555.

5) l. c.

empfohlene und von ihm geprüfte reine Farbstoff des Lackmus, das Azolithmin benutzt (0,15 %ige wässrige Lösung)<sup>1)</sup>.

Nach Tracheotomie und Einleitung künstlicher Respiration wurde bei den Kaninchen so schnell als möglich eine Kanüle in die Bauch-aorta eingebunden und unter sehr hohem Druck, entweder gegen die Indikatoren neutral reagierende eiskalte 2,2 %ige, also isotonische, Natriumsulfatlösung oder physiologische Kochsalzlösung eingeführt, dann sofort nach Erlöschen des Kornealreflexes der Schädel geöffnet und die Reaktion der Rindensubstanz geprüft. Dies geschah entweder durch Aufdrücken auf ein mit der Spülflüssigkeit und mit dem Indikator befeuchtetes Stück Filtrier- oder Seidenpapier oder durch Zerreiben in ebensolcher Lösung und Zusatz des Indikators nach Filtration. Auf diese Weise konnte schon 1 Minute nach Erlöschen der Rindenfunktion eine Prüfung der Reaktion bewerkstelligt werden.

Das Resultat war eine nach dem Tode schnell eintretende Säuerung, während das Gewebe vorher noch alkalisch reagierte. War nicht durchspült worden, sondern bei intaktem Tier der Schädel geöffnet und in Äthernarkose ein Rindenstück exstirpiert worden, so zeigte sich bei dem durch Filtrierpapier vom Blut befreiten Stück auch zunächst alkalische, dann schnell eintretende saure Reaktion. Doch waren die gebildeten Säuremengen immer nur so geringe, dass es der erwähnten aufs feinste reagierenden Indikatoren bedurfte, um sie überhaupt nachweisen zu können. Für unsere in Rede stehenden Versuche ergibt sich daraus, dass die dabei etwa entstandenen Säuremengen zumal bei der höchstens einige Sekunden dauernde Absperrung des Ernährungsmaterials nicht in Betracht kommen, und dass das negative Resultat also kaum durch Anhäufung und ungenügende Unschädlichmachung saurer Zersetzungsprodukte der Rindensubstanz erklärt werden kann. Bezüglich der mangelhaften Regeneration eines zur Funktion erforderlichen Stoffes möchten wir dagegen jedes Urteil ablehnen.

Es wäre nun sehr wünschenswert gewesen, diese Reaktionsbestimmungen in der lebenden und absterbenden, eventuell auch vergifteten Rindensubstanz nach Art der Methodik auszugestalten, wie dies von Friedenthal<sup>2)</sup> für die Körperflüssigkeit geschehen ist. Ebenso wie Ehrlich bei verschiedenen Tieren und bei

1) Für diese Empfehlung und Überlassung einer Probe bin ich (Müller) Herrn Kollegen Friedenthal sehr zu Dank verpflichtet.

2) Arch. f. Anat. und Physiol. 1903 S. 397. Verhandl. d. physiol. Gesellsch. zu Berlin 1902/03, 20. März und 8. Mai 1903.



elektrischer Reizung eine verschieden hohe Reaktionskraft der Rinde leicht veränderlichen Farbstoffmolekülen gegenüber konstatiert hatte, so hofften wir mit Hilfe von physikalisch auf ihren  $H^+$ -Ionengehalt genau geprüften Salzmischungen und genau studierten Indikatoren scharf messbare Ionenverschiebungen beim Absterben in der Narkose u. s. w. nachweisen zu können.

Nach Friedenthal's Vorgang<sup>1)</sup> stellte sich der Eine von uns (Müller) durch Mischung von  $n/10$   $Na_2HPO_4$ - und  $n/10$   $NaH_2PO_4$ -Lösungen in aufsteigend geordneten Verhältnissen zehn Mischungen her, von denen eine (zwei Teile  $Na_2HP_4$  + acht Teile  $NaH_2PO_4$ ) annähernd neutral reagierte ( $C_H = 1 \times 10^{-7}$ ) und mit Azolithmin blauvioletten Farbenton gab, während die anderen mehr ins Rot bzw. Blau gehende Töne zeigten. Die exstirpierten Rindenstücke wurden sofort in je 10 ccm einer der Lösungen (besonders der „neutralen“) zerrieben und die eventuelle Farbenänderung nach Filtration mittels Azolithmin geprüft. Eine Bildung von H-Ionen musste dann eine Farbenänderung nach Rot hin bewirken.

Die Versuche führten zu keinem Resultat. Wie sich herausstellte, sind selbst erhebliche Mengen von Milchsäure oder in destilliertem Wasser physikalisch absorbierter Kohlensäure ohne Einfluss auf die Farbe der genannten Phosphatmischungen + Azolithmin, während schon minimalste Spuren dieser Säuren (so 0,5 ccm  $n/100$  Milchsäure) in destilliertem Wasser, physiologischer Kochsalzlösung oder dieser isotonischer Natriumsulfatlösung eine Farbenänderung nach Rot hin bewirken. Dies beweist, dass die stattgefundene Ionenkonzentrationsänderung, d. h. Vermehrung der freien  $H^+$ -Ionen, verdeckt wird infolge Absättigung durch die vorhandenen freien  $OH^-$ -Ionen, deren Menge von dem Indikator nicht angezeigt wird. Für unseren Fall und wohl auch für noch andere ähnliche physiologische Fragen ist der Friedenthal'sche Vorschlag also nicht anwendbar. Äusserer Umstände halber sind wir nicht in der Lage gewesen, diese Frage auf andere Weise in Angriff zu nehmen, da es zuvor ausgedehnter Prüfungen bedurft hätte, um nicht einem neuen Misserfolg ausgesetzt zu sein<sup>2)</sup>. Diese Arbeiten

1) Zeitschr. f. Elektrochemie Nr. 8 S. 113. 1904.

2) So hat B. Fels ganz kürzlich (Zeitschr. f. Elektrochemie 1904 Nr. 13) Mischungen schwacher Elektrolyte untersucht, die den wesentlichen Vorteil haben, einen sehr stabilen  $H^+$ -Gehalt zu besitzen „gegenüber unberechenbaren Faktoren“.

hätten von dem eigentlichen Thema weit ab in physikalisch-chemische Spezialfragen hineingeführt. Wir glaubten es um so mehr unterlassen zu können, als die neuen Versuche von Bethe über den Zusammenhang zwischen färberischem Verhalten der Neurofibrillen und Leitungsvermögen gezeigt haben, dass dieser Weg doch wohl der aussichtsvollere ist, da bei etwa eintretenden Reaktionsänderungen der lebenden Hirnmasse in toto die Änderungen des einen Gewebelements durch entgegengesetzte eines anderen verdeckt werden können und im besten Fall höchstens ein Nebeneinander, nicht ein Durcheinander nachzuweisen ist. Uns scheint Bethe darin durchaus recht zu haben, dass er zum Studium der Nervenleitung und von allen, was damit zusammenhängt (also auch der Reaktionsänderungen), nur die einfachst gebauten Nervenstämmе benutzt und die Zentralorgane zunächst ganz beiseite lässt, da in ihnen wohl zu dem einfachen Leitungsvorgang andere uns unbekannte Faktoren hinzukommen.

### Zusammenfassung.

Unsere Versuche zeigen, dass bei Sistierung der Blutzufuhr zum Gehirn in der grauen Substanz der Rinde sehr schnell gegen Lackmus sauer reagierende Stoffe gebildet werden, und dass eine Wiederbelebung der Rindenfunktion durch dem Serum ähnlich zusammengesetzte und erwärmte Lösungen nach Absperrung der Blutzufuhr nicht erzielt werden konnten, selbst wenn Sauerstoffmangel oder Anhäufung von Zersetzungsstoffen sorgfältigst vermieden wurden. Dies Resultat beweist also, wie recht Kuliabko hatte, wenn er vor Überschätzung seiner beim menschlichen Herzen erzielten Wiederbelebungsversuche in praktischer Hinsicht warnte.

Zum Schluss wollen wir nicht versäumen, Herrn Geh. Rat H. Munk und Herrn Professor N. Zuntz herzlichst für das Interesse, das sie dem Fortgang unserer Untersuchung entgegengebracht haben, und für die Hilfe zu danken, die sie uns dank ihrer reichen Erfahrung zuteil werden liessen.

---