

Ueber
die Sauerstoffzehrung der Gewebe.

Von

J. Bernstein.

Der Sauerstoffverbrauch des Gesamtorganismus ist schon vielfach zum Gegenstand der Untersuchung gewählt und unter mancherlei Bedingungen der Messung unterworfen worden. Aber nur sehr wenige Beobachtungen existiren über den Sauerstoffverbrauch in den Geweben der verschiedenen Organe, weil sich einer Messung derselben grosse Schwierigkeiten entgegenstellen. Um eine solche auszuführen, müsste man erstens wissen, wie viel Blut in der Zeiteinheit durch ein bestimmtes Organ hindurchfliesst, zweitens müsste man die Differenz im Sauerstoffgehalt des ein- und ausfliessenden Blutes genau messen, und würde dann berechnen können, wieviel Sauerstoff von der Gewichtseinheit des Organes in der Zeiteinheit verzehrt wird. Die Bestimmung der durch ein Organ strömenden Blutmenge ist aber bekanntlich mit grossen Fehlern behaftet, ohne erhebliche vivisektorische Eingriffe nicht auszuführen, wodurch wiederum die Circulation nicht unerheblich gestört wird, und oft ist auch in Folge der Communication verschiedener Gefässgebiete mit einander der Blutstrom eines Organes nicht mit Sicherheit abzugrenzen. Ferner ist vorauszusehen, dass die Sauerstoffbestimmung im venösen Blut — der O-Gehalt des arteriellen als gleich angenommen — für verschiedene Organe nur sehr geringe Differenzen ergeben wird, welche oft innerhalb der Beobachtungsfehler liegen werden. Die gemachten Fehler multiplizieren sich aber, wenn wir aus den gewonnenen Daten die in einer gewissen Zeit verzehrte O-Menge berechnen wollten. In neuerer Zeit hat Chauveau *) zwar den Gasgehalt des durch den Masseter und die Parotis strömenden Blutes gemessen und konstatiert, dass der procentische Gehalt desselben an O im Muskel viel bedeutender abnimmt als in der Drüse. Da wir aber die in der Zeiteinheit durchfliessenden Blut-

*) Comptes rendus. CIII. Nr. 21.

mengen nicht kennen, höchstens schätzen können, so lässt sich auch der O-Verbrauch beider Organe nicht direkt vergleichen. Dazu kommt noch, dass die Stromgeschwindigkeit je nach dem Zustand der Gefässe mannigfachen Schwankungen unterliegt. Dass im Muskel der O-Verbrauch während der Thätigkeit erheblich wächst, weiss man, da trotz der Strombeschleunigung der O-Gehalt des Venenblutes beträchtlich sinkt. Auch für die Parotis berechnet Chauveau während der Sekretion einen stärkeren O-Verbrauch als in der Ruhe, obgleich das hellere Venenblut im ersteren Falle einen höheren O-Gehalt zeigt, weil die erhebliche Strombeschleunigung während der Thätigkeit in Betracht gezogen werden muss.

Auf diese vor der Hand sehr schwierige und wenig versprechende Methode verzichtend, könnte man nun ferner daran denken, nach dem Vorgange von Vierordt den Blutstrom in den Organen zeitweise zu unterbrechen und spektroskopisch diejenige Zeit zu messen, innerhalb welcher aus dem zurückgebliebenen Blutrest der O verschwunden ist. Je lebhafter der O-Verbrauch ist, um so schneller wird dies *et. par.* geschehen. Der Versuch lässt sich aber nur an wenigen Körpertheilen oder Organen ausführen, und ist von Vierordt selbst nur am menschlichen Finger durch Umschnürung desselben erprobt worden. Zwar ist dieser schon aus verschiedenartigem Gewebe zusammengesetzt, Haut, Knochen, Sehne u. s. w., doch kommt in diesem Falle wohl hauptsächlich der O-Wechsel der Haut in Betracht. Grosse Schwierigkeiten aber dürfte es haben, den Versuch auch auf andere Körpertheile, namentlich innere Organe, auszudehnen. Es wäre hierzu erforderlich, erstens die Blutzufuhr absolut abzuschneiden, was in vielen Fällen durch Zuklemmung der grösseren Gefässe nicht vollständig zu erreichen sein wird, sondern nur durch Absehnürung des ganzen Organes, um alle kleineren Zuflüsse, wie bei der Niere durch die Kapsel, bei der Leber durch Ligamenta u. s. w. zu schliessen. Die spektroskopische Beobachtung dürfte an der mangelhaften Durchleuchtung dieser Organe scheitern, und ausserdem wäre ein vollkommener Luftabschluss derselben geboten, damit kein O von aussen eindringt. Abgesehen davon, wissen wir niemals genau, wieviel Blut in den Organen zurückgeblieben ist, können daher nicht berechnen, wieviel O die Gewichtseinheit derselben in der Zeiteinheit verzehrt hat.

Aus allen diesen Gründen habe ich geglaubt, dass die Untersuchung vor der Hand befriedigender ausfallen würde, wenn sich dieselbe auf die überlebenden Organe eben gefödteter Thiere beschränkte. Dieselben befinden sich zwar mehr oder weniger im Zustande des Absterbens, dass sie aber noch eine Gewebsathmung besitzen, wissen wir aus mehrfachen Beobachtungen. Der Muskel scheidet nicht nur CO_2 an die um-

gebende Luft ab, sondern nimmt, wenn auch nur in sehr geringem Maasse, O aus derselben auf. Hermann *) betrachtet diese O-Aufnahme zwar nicht mehr als einen physiologischen Akt, weil sie auch am starren Muskel zu konstatiren ist. Ueberhaupt ist sie wegen der langsamen Diffusion von der Oberfläche aus so gering, dass sie, selbst als physiologisch betrachtet, nicht als Maass für das O-Bedürfniss der Gewebe benutzt werden kann. Grösser ist sie, wenn man den Muskel zerschneidet, sei es, dass die Querschnitte mehr Affinitäten dem O darbieten, sei es durch Vergrösserung der Oberfläche.

Grützner **) und Gscheidlen ***) haben sich bemüht, nachzuweisen, dass der thätige Muskel ein stärkeres Reduktionsvermögen besitze als der ruhende. Grützner hatte unter Anwendung von Pyrogallussäure und Eisenchlorid keine ganz entscheidende Resultate erhalten. Gscheidlen beobachtete, dass der thätige Muskel Natronnitrat schneller in Nitrit umwandle als der ruhende, ferner dass Indigolösung in verschliessbaren Fläschchen von ihm schneller entfärbt wird.

Die genannten Reagentien scheinen mir nun aber keineswegs geeignet, um das Reduktionsvermögen der Gewebe mit einander zu vergleichen. Es liegt vielmehr am nächsten, hierzu die den lebenden Organen am meisten adäquate Flüssigkeit, nämlich die Lösung von Oxyhämoglobin zu verwenden.

Es war mir im höchsten Grade überraschend, dass folgender, höchst einfacher und instruktiver Versuch, welcher unsren weiteren Beobachtungen zu Grunde liegt, noch nirgends beschrieben worden ist. Man stelle sich eine verdünnte Froeschblutlösung von 2—4 Cm. Blut auf 100 H₂O her, und füge 0,6 gr. ClNa. hinzu, zerschneide einen halben bis ganzen frischen Gastrocn. möglichst fein mit der Scheere, bringe die Masse in ein Fläschchen von etwa 5 Cm. Inhalt, füge 2—3 Cm. Blutlösung hinzu und fülle den übrigen Raum mit 0,6 ClNa.-Lösung aus, so wird man nach luftdichtem Verschluss des Fläschchens und mehrfachem Umschütteln desselben nach etwa 10—20 Minuten eine vollständige Reduction der Blutlösung vorfinden. †)

*) Untersuchungen über den Stoffwechsel der Muskeln, 1867.

**) Ueber einige chemische Reaktionen des thätigen und unthätigen Muskels. Pflügers Arch. VII. S. 254.

***) Ueber das Reduktionsvermögen des thätigen Muskels. Ebendasselbst 8. S. 506.

†) Einen dem eben beschriebenen ähnlichen Versuch habe ich nach Vollendung dieser Arbeit in einer Abhandlung von Rumpf, „Untersuchungen über die Wärmeregulation in der Narkose und im Schläfe“ (Pflügers Arch. Bd. XXXIII. S. 585) vorgefunden. In diesen Versuchen sollte geprüft werden, ob Morphinum, Chloral und Chloroform einen direkten Einfluss auf die Reduktion des Blutes in den

Der Moment der beendeten Reduktion lässt sich spektroskopisch*) auf die Minute ziemlich genau angeben. Die gleiche Blutlösung allein bleibt dagegen oft 24 Stunden O-haltig.

Man ist, wie mir scheint, wohl berechtigt, anzunehmen, dass diese ziemlich schnelle O-Zehrung des zerkleinerten frischen Muskelgewebes eine physiologische ist, vielleicht nicht ganz gleichbedeutend aber gewiss sehr nahestehend derjenigen, welche im lebenden Organismus stattfindet. Reste von Lebenseigenschaften bleiben in dieser Gewebsmasse jedenfalls noch ziemlich lange erhalten. Wie dem aber sein mag, sicherlich haben wir es hier mit einer sehr bemerkenswerthen Reaktion des absterbenden Gewebes zu thun, welche immerhin einen Schluss auf das Verhalten des lebenden Organes gestattet, und aus diesem Grunde schien es mir der Mühe werth, weitere Versuche nach dieser Methode anzustellen. Von einer Einmischung von Fäulnissprocessen kann bei der Kürze der Versuchsdauer nicht die Rede sein.

A. Versuche am Frosch.

Die Organe der Kaltblüter, welche am längsten im überlebenden Zustande erhalten bleiben, werden vermuthlich auch nach der Zerkleinerung in ihren Trümmern einen grösseren Rest von Lebenseigenschaften bewahren, als die der Warmblüter. Es wurden daher Anfangs vornehmlich Versuche an den Organen von Fröschen vorgenommen, und im Allgemeinen in folgender Weise verfahren. Das blossgelegte Herz eines Frosches wurde angeschnitten und das ausfliessende Blut in einem Ubrschälchen mit einem Stäbchen defibrinirt. Dann wurden, wie schon oben angegeben, 2—4 Cem. Blut in 100 Cem. destillirten Wassers gelöst und nach der Lösung 0,6 gr. ClNa zugesetzt. Die Flüssigkeit wurde filtrirt und in eine in Zehntel Cem. getheilte Pipette

Gewebe ausübe. Es wurden frische zerkleinerte Muskelmassen mit einer Quantität Blut und 0,75 % Kochsalzlösung in grossen Spitzgläsern vermengt, und bei auffallendem Lichte die eintretende Dunkelung des Blutes beobachtet, nachdem einer von zwei Portionen eine gewisse Menge der genannten Mittel zugefügt war. Für Morphinum und Chloral ergaben sich keine Unterschiede. Es ist nicht angegeben, ob die Gläser verschlossen waren.

*) Ich bediene mich hierzu des Handspektroskops aus der Werkstatt von Schmidt & Hänsch (Berlin).

mit Quetschhahn gefüllt. Nach vollständiger Verblutung der Thiere können viele Organe ohne weiteres zum Versuche benutzt werden, da sie nur sehr geringe Blutreste enthalten. Andere dagegen, namentlich Leber, können erst nach vollkommener Ausspülung der Gefässe mit 0,6 Proc. ClNa -Lösung verwendet werden. Es wurde daher diese Ausspülung mehrfach vorgenommen.

Meistens wurde 1 gr. Organsubstanz in einem Uhrsälchen abgewogen, mit der Scheere möglichst fein zerschnitten und in ein Fläschchen von 5 Cem. Inhalt mit eingeriebenem Stöpsel möglichst vollständig hineingebracht. War nicht soviel Substanz vorhanden, so wurde dieselbe genau abgewogen, und von den andern damit zu vergleichenden Organen ebensoviel. Es kamen also immer in einem Versuche gleiche Gewichtsmengen verschiedener Organe oder derselben Organe in verschiedenen Zuständen zur Vergleichung. Dann wurden aus der Pipette meist 2 Cem. Blutlösung in die Fläschchen hineingelassen, der übrige Raum mit 0,6 Proc. ClNa -Lösung ausgefüllt, und durch Umrühren mit einem Stahlstäbchen alle Luft entfernt. Damit beim Verschliessen mit dem Stopfen keine Flüssigkeit verdrängt werde, wurde dieselbe nur bis an den Hals eingegossen, der Hals aber mit einigen Tropfen Mandelöl gefüllt und dann der Stopfen aufgesetzt, sodass dabei nur Oel ausfloss.

Zwei oder mehrere mit einander zu vergleichende Fläschchen werden nun alle paar Minuten in gleicher Weise geschüttelt oder besser rotirt und mit dem Spektroskop untersucht. Ich habe mich davon überzeugt, dass geringe Unterschiede in der Häufigkeit oder Stärke des Schüttelns keinen sehr merklichen Einfluss auf den Eintritt der Endreaktion besitzt, dass dagegen das Bewegen der Flüssigkeit überhaupt denselben wesentlich beschleunigt. Die Differenzen, um die es sich im Folgenden handelt, sind meistens so gross, dass ein merklicher Fehler sich aus diesen Umständen nicht einmengt.

Ebenso habe ich mich davon überzeugt, dass kleine, für das Auge eben noch merkliche Unterschiede in der Zerkleinerung der Gewebe keine wesentlichen Zeitdifferenzen bis zum Eintritt der Endreaktion verursacht. Ganze Organstücke oder grobe Theile derselben brauchen natürlich bis zur Aufzehrung des O längere Zeit. Füllt man aber z. B. zwei Fläschchen mit je 1 gr. M. Gastrocn. beider Seiten und mit derselben Blutlösung, so sieht man *et. par.* in beiden die Endreaktion fast auf die Minute zu gleicher Zeit eintreten.

1. Muskel.

Es lag nun nahe, zuerst den lebenden und todtenstarrten Muskel zum Versuch auszuwählen. Nach den oben genannten Vorbereitungen wurde 1 gr. Muskel zerschnitten in ein Fläschchen gebracht und dasselbe gut verschlossen in einem Wasserbade auf 45—50° C. 10 Minuten erwärmt. Auf diese Weise konnte beim Erwärmen weder ein Verlust von Wasser noch von flüchtigen Substanzen eintreten. Nach der Abkühlung wurde das Fläschchen zugleich mit einem zweiten, welches 1 gr. frische Muskelsubstanz enthielt, in oben beschriebener Weise mit der Blutlösung gefüllt.

Folgender Versuch giebt ein Beispiel hierfür.

| | Leb. Musk. | Warmestarr. Musk. | (Gastrocn.) |
|---------------------------------|------------|-------------------|-------------------------------|
| Zeit bis zum Verschwinden des O | 12' | 1 St. 53' | Thier entbl., 3 Cem. Blutlös. |

Der Zeitunterschied ist beständig ein solcher, dass an einen Fehler aus obigen Gründen gar nicht zu denken ist.

Das Reduktionsvermögen der lebenden oder wohl genauer der frischen Muskelsubstanz ist also, in vorliegender Weise geprüft, ein äusserst in die Augen springendes. Wir finden aber, dass der wärmestarre Muskel dieses Vermögens nicht gänzlich entbehrt, denn die Selbstzehrung im Blute braucht sehr viel längere Zeit bis zu ihrer Vollendung. Im übrigen sind die Zeiten bis zur Reduktion beim starren Muskel nicht immer gleich im Verhältniss zum frischen, und dies erklärt sich vermuthlich daraus, dass das Absterben keineswegs bei einer bestimmten Temperatur eintritt, sondern mit der Zunahme der Wärme allmählig vorschreitet. Man kann also sagen, dass auch der starre Muskel noch geringe Reste von Lebenseigenschaften zurückbehält, die sich durch ein geringes Reduktionsvermögen kundgeben. Nun war es von hohem Interesse, mit dem frischen und wärmestarren Muskel den durch Siedehitze gänzlich abgetödteten Muskel zu vergleichen, wie folgende Beispiele zeigen:

| Muskel (Gastrocn.) | | | |
|--------------------|------------|-----------|----------------|
| | Lebend | 100° C. | |
| Zeit | 20' | > 5 St. | 3 Cem. Lösung. |
| (M. Gracilis.) | | | |
| | Wärmestarr | 100° C. | |
| Zeit | 1 St. 32' | 4 St. 57' | 2 Cem. Lösung. |

Wir finden also, dass der auf 100° erhaltzte Muskel ein selbständiges, merkliches Reduktionsvermögen kaum noch besitzt. Die Reduktion des Oxyhämoglobins dauerte meist ebenso lange wie im reinen Blute allein. Doch wollte es scheinen, dass in manchen Fällen die Reduktion durch den gekochten Muskel nicht ganz so lange dauerte wie im Blute, was bei der Länge der Versuchsdauer nicht immer bestimmt festzustellen war. Bei andern Organen werden wir auf diese Frage nochmals zurückkommen.

Um noch genauer zu konstatiren, in wie weit die Zerkleinerung des Gewebes von Einfluss auf die Dauer des Vorganges ist, wurde in einigen Fällen der zerschnittene Muskel mit Glaspulver verrieben und diese Masse mit der auf gewöhnliche Art fein zerschnittenen Muskelsubstanz verglichen. Es ergab sich, wie folgendes Beispiel zeigt, mehrere Male sehr deutlich, dass die Reduktionszeit der zerriebenen Muskelsubstanz sogar etwas grösser war als die der zerschnittenen.

| Muskel | | | |
|--------|--------------|-----------|---------------------------|
| | Zerschnitten | Zerrieben | |
| Zeit | 11' | 13' | 2 Cem. Lösung. 3 Procent. |

Ich glaube dieses Resultat daraus erklären zu können, dass der vollständig zerriebene Muskel eben bei weitem mehr abgestorben ist als der zerschnittene, und sich im Verhalten dem starren Muskel nähert. Es ergibt sich aber auch zugleich hieraus wiederum, dass die zufälligen Verschiedenheiten in der Zerkleinerung der Gewebe keinen grossen Einfluss ausüben können, und dass es nicht rathsam ist, eine vollkommene Zerreibung derselben vorzunehmen. Es war ferner noch nöthig, festzustellen, in welcher Weise die Reduktionszeit von der Menge der angewendeten Substanz abhängig ist. Wenn die Reduktion durch das noch lebende Protoplasma oder durch gewisse reducirende Substanzen bewirkt wird, so ist es einleuchtend, dass die Schnelligkeit der Reduktion mit der Menge Substanz *cet. par.* sich in gleichem Sinne ändern wird. Dies ist auch in der That der Fall, doch ist keineswegs zu erwarten, dass etwa die Reduktionszeit der Menge der Substanzen umgekehrt proportional sei, vielmehr muss sie langsamer abnehmen, als diese zunimmt. Folgendes Beispiel ist überzeugend:

| Gastrocn. | | | |
|-----------|-------|---------|---------------------------|
| | 1 gr. | 0,5 gr. | |
| Zeit | 15' | 25' | 3 Cem. Lösung. 3 Procent. |

Es schien nun gerathen, andre Organe in jedem Versuche mit dem quergestreiften Muskel zu vergleichen, letzteren gleichsam als Maassstab für die Stärke der O-Zehrung zu benutzen. Die Versuche erstreckten sich beim Frosch auf folgende Organe.

2. Glatte Muskulatur.

Die Muscularis des Magens ist beim Frosch das geeignetste Objekt, um grössere Massen glatter Muskelfasern zu untersuchen. Die Schleimhaut lässt sich am besten abpräpariren, wenn man den Magen umstülpt und über einen horizontal befestigten Glasstab schiebt. Es lässt sich von einem Frosche etwa $\frac{1}{2}$ —1 gr. Substanz gewinnen. In einigen Versuchen erhielt ich folgende Resultate:

| | Gastrocn. | Magenmuskulatur | Bemerkungen |
|------|-----------|-----------------|----------------------------------|
| Zeit | 21' | > 1 St. 42' | $\frac{1}{2}$ gr. 1 Ccm. Lösung. |
| | 17' | 31' | 2 Ccm. Lös. 3 Proc., 0,8 gr. |

In allen Versuchen dauerte die Reduktion durch die glatte Muskulatur deutlich länger als durch die quergestreifte. Es bestätigt sich hierin, was wir aus anderweitigen Unterschieden beider Muskelarten schliessen, dass entsprechend ihrer Aktion auch der Stoffwechsel der glatten Faser ein trägerer ist als der der quergestreiften. In einigen Versuchen waren die Unterschiede in der Reduktionszeit nicht so gross wie in den obigen. Es fiel mir dabei auf, dass bei diesen Thieren, die frisch gefangen waren, der Magen angefüllt war. Es hatte also den Anschein, als ob die erhöhte Thätigkeit des Organes auch von einer stärkern Reduktionsfähigkeit seiner Gewebe begleitet war.

Man könnte im allgemeinen gegen die Methode einwenden, dass das Gewebe der Muscularis derber und fester sei, und sich nicht so leicht in Bündel und Fasern zertheile als das des Skelettmuskels. Es wurde aber in den Versuchen die Muscularis möglichst fein zerschnitten; ausserdem bietet sie als platte Haut schon an sich der Flüssigkeit viel Oberfläche dar. So grosse Unterschiede in der Reduktionsdauer wie in obigen Fällen konnten jedenfalls durch derartige Umstände nicht herbeigeführt werden.

3. Drüsengewebe.

Um auch Drüsengewebe zu untersuchen, wurde in einigen Fällen die abpräparirte Magenschleimhaut benutzt. Sie zeigte meist eine viel längere Reduktions-

zeit als der Skelettmuskel und auch eine merklich längere als die Muscularis des Magens. Folgendes Beispiel möge hier folgen.

| | Gastrocn. | Muscularis | Magen Schleimhaut | |
|------|-----------|------------|----------------------|--------------------------------|
| Zeit | 17' | 31' | 34' | 2 Cem. Lösung, 3 Proc. 0,8 gr. |

Ob in diesem Falle die saure Reaktion der Drüsen in Betracht kommt, habe ich nicht weiter untersucht.

Die Versuche wurden ferner auf die Leber des Frosches ausgedehnt. In einigen derselben war die Reduktionszeit der Leber eine grössere als die des Muskels. Doch könnte dies daher rühren, dass in der Leber ziemlich viel Blutreste zurückbleiben, welche die Menge des Oxyhämoglobins in der Flüssigkeit vermehren können. Im übrigen habe ich gefunden, dass geringe Blutreste von keinem merklichen Einfluss sind, weil die Blutkörperchen sich in der Kochsalzlösung nicht auflösen und in den Geweben haften bleiben. Bei Thieren, in welchen das Blut durch ClNa-Lösung ausgespült war, zeigte das Lebergewebe in einigen Fällen etwa dieselbe Schnelligkeit der Reduktion wie der Muskel, z. B.

| | Gastrocn. | Leber | |
|------|-----------|-------|---|
| Zeit | 23' | 23' | 1,02 grm., 2 Cem. Lösung. 1,8 Procent. Ausspülung des Blutes mit 0,6 Proc. ClNa-Lösung von der Aorta aus. |

Hiernach besitzen die Leberzellen im frischen Zustande in manchen Fällen ein fast ebenso lebhaftes Reduktionsvermögen wie die frische Muskelsubstanz. In andern dagegen war die Reduktion eine langsamere, und dies war insbesondere auffallend bei einem starken Fettgehalt der Leber. Das gelbgefärbte Fettgewebe schwamm in solchen Fällen in dem Fläschchen oben, während sich die Leberzellen am Boden hielten.

Es kann nicht daran gedacht werden, dass etwa der in der Leber enthaltene Zucker bei der Reduktion eine Rolle spiele, da dieser an sich dem Hämoglobin den O nicht entziehen kann. Ich habe, um dies festzustellen, einen Versuch mit Traubenzucker ausgeführt. Die zuckerhaltige Blutlösung war ebenso wie die zuckerfreie nach 3—4 Stunden noch nicht reducirt. Das schnelle Reduktionsvermögen der Leber kommt also entschieden dem Protoplasma der Zellen zu.

4. Haut.

Ein gutes Untersuchungsobjekt beim Frosch ist schliesslich noch die Haut, die allerdings aus verschiedenartigem Gewebe zusammengesetzt ist. Ihre Hauptmasse ist

Bindegewebe, aber sie enthält neben anderem Gewebe ja auch noch ziemlich viel Drüsen. Ein ganz eindeutiges Resultat ist daher nicht zu erwarten. Sie besitzt eine deutlich längere Reduktionszeit als der Muskel, in einigen Fällen kam sie aber der des letzteren ziemlich nahe. Eine langsamere Reduktion ist wohl dem Bindegewebe, eine schnellere den Drüsen zuzuschreiben. Einen mittleren Werth zeigte folgender Versuch:

| | | | |
|------|-----------|------|-----------------------------|
| | Gastrocn. | Haut | |
| Zeit | 10' | 15' | 2 Cem. Lösung. 3,2 Procent. |

Es könnte auch sein, dass verschiedene Hautstellen sich nicht ganz gleich verhielten, worauf ich bis jetzt noch nicht geachtet habe.

Andre Organe vom Frosch habe ich nur gelegentlich untersucht. Gehirn, Niere und Hoden bieten zu wenig Material dar, um einen zuverlässigen Versuch auszuführen.

Aus einer Anzahl von Versuchen an Organen des Frosches habe ich nun folgende Tabelle zusammengestellt:

Versuchsreihe I, Frosch.

Tabelle I.

| Nr. | Lebender Muskel. | Wärmerstarrer Muskel. | Muskel v. 100° C. | Leber. | Haut. | Magenmuscul. | Magenschleimhaut. | Darm. | Bemerkungen. |
|-----|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------|-------|--------------|-------------------|-------|---|
| 1. | 12' Semim. u. Gracilis. | 36' | — | 23' | 22' | — | — | — | |
| 2. | 10' Gastrocn. | — | — | — | — | — | — | — | 2—1,8 Cem. Blut in 100 Cem. Lösung. 1 Cem. Lösung. |
| 3. | 10' Triceps | > 40' | — | — | — | — | — | — | 2 " " |
| 4. | 27' Sem. Grae. | — | — | — | — | — | — | — | " " " |
| 5. | 6' Gastrocn. | — | 1 St. 21' | — | — | — | — | — | " " " |
| 6. | 20' " | — | > 5 St. | — | — | — | — | — | 3 " " (2 ⁰ / ₀) |
| 7. | 21,5' " | — | — | 21,5' | — | — | — | — | " " " nicht entblutet. |
| 8. | 23' " | — | — | 23' | — | — | — | — | 3 Cem. Lös. (1,8 ⁰ / ₀) entbl., 1,02' grm. Substanz. |

| Nr. | Lebender Muskel. | Wärme-starrer Muskel. | Muskel v. 100° C. | Leber. | Haut. | Magen-muscul. | Magen-schleim-haut. | Darm. | Bemerkungen |
|-------|------------------|------------------------|------------------------|-----------------|-------|---------------|---------------------|-------|---|
| 9. | 12' Gastrocn. | 1 St. 53' | — | — | — | — | — | — | 3 Cem. Lös. (1,8 0/0) |
| 10. | — | 1 St. 32' Graecilis | 4 St. 57' Graecilis | — | — | — | — | — | 2 " " " |
| 11. | 10' " | — | — | — | 15' | — | — | — | " " " (3,2 0/0) |
| 12. | 9' " | — | — | — | — | 25' | | — | " " " " |
| 13. | 8' " | — | — | — | 9' | — | — | — | " " " (4 0/0) |
| 15. | 9' " | — | — | — | — | 10' | 15' | — | " " " (2 4 0/0), (Magen gefüllt), 1,7 gm. Substanz. |
| 16. | 7' " | — | — | — | — | — | — | 15' | 2 Cem. Lösung. |
| 17. | 17' " | — | — | — | — | 31' | 34' | — | 2 Cem. Lösung (3 0/0) 0,8 gm. |
| 18. | 12,5' " | — | — | — | — | 15' | 20' | — | 2 Cem. Lösung (3 0/0) 0,95 gm. |
| 19 a. | 14' " | — | — | 30' hellgelb | — | — | — | — | 2 Cem. Lösung (3 0/0) 1 gm. |
| 19 b. | 11,5' " | — | — | fettreich | 31,5' | — | — | — | Nicht entblutet. |
| 20 a. | 12' " | — | — | 8' | — | — | — | — | 2 Cem. Lös. (2,8 0/0) 1 gm. entblutet. |
| 20 b. | 11,5' " | — | — | — | 24,5' | — | — | — | " " " |
| 21 a. | 15' " | — | — | 21' branngb. | — | — | — | — | 2 Cem. Lösung (2 0/0) 1 gm. entblutet. |
| 21 b. | 12,5' " | — | — | — | 22,5' | — | — | — | |

In dieser Tabelle finden wir verschiedenartige Werthe sowohl für den lebenden Muskel, als auch für die andern Organe vor. Dies rührt von der Menge der angewendeten Substanz, der Menge, Concentration und dem O-Gehalt der Blutlösung, ferner von den Zuständen der Organe und wohl auch von der Temperatur ab. Um daher die erhaltenen Werthe mit einander vergleichen zu können, ist es nothwendig, sie auf eine bestimmte Einheit zu reduciren. Dies geschieht am besten, wenn wir in einem jeden Versuche die Reduktionszeit des frischen Muskels gleich 1 setzen. Die folgende Tabelle II enthält die entsprechenden Werthe der geprüften Organe in dieser Weise berechnet:

Tabelle II.

| Nr. | Lebender Muskel. | Wärme-starrer Muskel. | Muskel v. 100°C. | Leber. | Haut. | Magen-museul. | Magen-schleim-haut. | Darm. | Bemerkungen. |
|------------|------------------|-----------------------|------------------|--------|-------|---------------|---------------------|-------|--|
| 1. | 1 | 3 | — | (1,92) | 1,83 | — | — | — | |
| 2. | " | — | — | — | — | — | — | — | |
| 3. | " | > 4 | — | — | — | — | — | — | |
| 4. | " | > 1 | — | — | — | — | — | — | |
| 5. | " | — | 13,5 | — | — | — | — | — | |
| 6. | " | — | > 15 | — | — | — | — | — | |
| 7. | " | — | — | 1 | — | — | — | — | |
| 8. | " | — | — | 1 | — | — | — | — | Entblutet. |
| 9. | " | 9,42 | — | — | — | — | — | — | |
| 10. | " | 7,66 | 24,7 | — | — | — | — | — | |
| 11. | " | — | — | — | 1,5 | — | — | — | |
| 12. | " | — | — | — | — | 2,77 | | — | |
| 13. | " | — | — | — | 1,13 | — | — | — | |
| 14. | " | — | — | — | — | — | — | — | |
| 15. | " | — | — | — | — | 1,11 | 1,66 | — | |
| 16. | " | — | — | — | — | — | — | 2,14 | |
| 17. | " | — | — | — | — | 1,82 | 2,0 | — | |
| 18. | " | — | — | — | — | 1,2 | 1,6 | — | |
| 19. | " | — | — | (2,14) | 2,7 | — | — | — | Nicht entbl., Leber fettreich, hellgelb. |
| 20. | " | — | — | 1,5 | 2,1 | — | — | — | Entbl., Leb. graugelb. |
| 21. | " | — | — | 1,4 | 1,8 | — | — | — | Entbl., Leb. braunglb. |
| Zeiten | 1 | 6,02 | 17,7 | 1,22 | 1,85 | 1,38 | 1,75 | — | |
| Gschwdgkt. | 100 | 16,2 | 5,64 | 81,97 | 54,05 | 72,4 | 57 | — | |

Wenn man aus den erhaltenen Werthen die Mittelzahlen nimmt, so erhält man die „Reduktionszeiten“ oder die „Zeiten der O-Zehrung“ für die untersuchten Gewebe. Man kann hieraus ferner die „Geschwindigkeiten der O-Zehrung“ berechnen, indem man diese umgekehrt proportional den Zeiten setzt und dieselbe für den Muskel z. B. gleich 100 annimmt.

Die letzte Reihe der Tabelle, welche diese Geschwindigkeiten wiedergibt, zeigt folgende Stufenleiter der verschiedenen Organe von der schnelleren zur langsameren O-Zehrung.

Lebende Organe.

| | |
|----------------------------------|-------|
| Quergestreifter Muskel | 100 |
| Leber | 81,97 |
| Glatter Muskel | 72,4 |

| | |
|----------------------------|-------|
| Magenschleimhaut | 57,05 |
| Aeussere Haut | 54,05 |

Todte Organe.

| | |
|-------------------------------|-------|
| Wärmestarrer Muskel | 16,2 |
| Muskel von 100° C | 5,64. |

Da der wärmestarre Muskel, wenn auch sehr langsam, aber immer noch schneller reducirt als der durch Siedehöhe ganz abgetödtete, so muss man seiner Substanz noch ein besonderes Reduktionsvermögen zuschreiben.

B. Versuche an warmblütigen Thieren.

Nach den an den Organen des Frosches gemachten Erfahrungen lag in hohem Grade Veranlassung vor, auch die Organe der Warmblüter in derselben Weise zu prüfen. Allerdings wissen wir, dass diese nach Unterbrechung der Blutzufuhr noch viel schneller dem Absterbevorgang unterliegen als die des Kaltblüters, aber doch durfte man erwarten, an den frischen Geweben noch kräftiges Reduktionsvermögen vorzufinden. Es war jedenfalls von Interesse, das Verhalten mit dem des Kaltblüters zu vergleichen, und ausserdem noch eine Reihe von Organen in das Bereich der Untersuchungen einzuschliessen, die sich beim Warmblüter in grösserer Masse darbieten als beim Kaltblüter. Die gewonnenen Resultate haben in mancher Beziehung den Erwartungen entsprochen, aber auch Unerwartetes ergeben.

Die Organe der Thiere kamen in vielen Fällen unmittelbar nach der Verblutung so schnell als möglich zur Untersuchung. Doch vergeht immerhin einige Zeit, bis alle Vorbereitungen beendet sind. Nach der Verblutung muss das Blut defibrinirt werden, es muss die Blutlösung mit der schon vorher abgewogenen Menge von 0,6 gm. C1Na hergestellt, filtrirt und in die Pipette eingefüllt werden. Dann kommt die Herausnahme des Organes, Abwägung eines Stückes und Zerkleinerung desselben in der früher beschriebenen Weise. Immerhin vergehen auch bei ausreichender Hilfe 10—15 Minuten bis zum Verschluss der Fläschchen.

Es wurden aber auch die Organe öfter zu verschiedenen Zeiten nach dem Tode untersucht. In solchen Fällen wurde das vorher entnommene Blut desselben

Thieres benutzt oder auch das Blut eines andern später getödteten Thieres. Zur Untersuchung blutreicher Organe, wie der Leber, wurde auch einige Male eine Ausspülung der Gefäße mit 0,6 procent. ClNa-Lösung vorgenommen. In solchem Falle musste freilich der Absterbeprocess der Organe schon beträchtlich weiter vorgeschritten sein.

Die Versuche erstreckten sich auf Kaninchen, Hund und Taube. Es war natürlich nicht immer möglich, an einem Thiere viele Organe zu benutzen, da jede Beobachtung gewisse Zeit in Anspruch nahm, ebensowenig konnten alle verwendeten Organe in gleich frischem Zustande entnommen werden. Dieser Umstand ist in den Versuchsprotokollen aus der Reihenfolge der Beobachtungen ersichtlich. Eine bessere Ausnutzung des Materials wäre nur möglich, wenn mehrere Beobachter zugleich an einem Versuche theilnehmen würden.

1. Quergestreifte Muskeln.

Der Skelettmuskel diente wiederum als dasjenige Organ, von welchem die Versuche ihren Ausgang nahmen. Es wurden meistens der M. Gastrocn. oder andre Muskeln der untern Extremität hierzu gewählt. Folgende Versuche geben einen Vergleich des frischen Muskels mit dem gebrühten, und mit dem abgestorbenen und starren Muskel.

| | | Muskel | | | |
|------|--------|---------|---------|--------------|-----------------------|
| | frisch | 100°C. | Blut | | Bemerkungen |
| Zeit | 11,5' | > 5 St. | > 5 St. | Hund, 1 grm. | 2 Cem. Lös. (3 Proc.) |

| | | Muskel | | |
|------|--------|---------------|-------------------|-----------------------|
| | frisch | tot n. 24 St. | | Bemerkungen. |
| Zeit | 17' | 21' | Kaninchen, 1 grm. | 1 Cem. Lös. (2 Proc.) |
| | | tot n. 48 St. | | |
| „ | 11' | 47,5' | | ebenso. |

So sehen wir also, dass das frische Muskelgewebe recht schnell reducirt, der durch 100° vollkommen abgetödtete Muskel gar nicht mehr oder nur sehr unmerklich, dass aber auch dem zeitstarren Muskel noch ein schwächeres Reduktionsvermögen zukommt, das mit der Dauer nach dem Tode immer geringer wird. Bei längerer Dauer könnte aber auch die Fäulniss das Resultat beeinträchtigen. Ferner lässt sich aus einigen Versuchen entnehmen, dass das Reduktionsvermögen des Muskels ziemlich schnell nach dem Tode sinkt. Von demselben Thiere wurden in Zwischen-

räumen von etwa einer halben Stunde Proben entnommen und geprüft. So fanden sich z. B. hintereinander folgende Werthe:

| Muskel | | | | |
|------------|-----|-----|-----|--------------------------------------|
| 1. | 2. | 3. | 4. | |
| Zeit 17,5' | 25' | 27' | 41' | 1 grm. 2 Cem. Lösung (2 Proc.) Hund. |

Da nun in solchem Falle dieselbe Blutlösung genommen würde, so sollte man meinen, dass in der späteren Probe derselben der O sich verringert habe oder lockerer gebunden sei. Nichtsdestoweniger wachsen die Reduktionszeiten in sehr beträchtlichem Grade. Man wird in der Tabelle S. 236 mehrere solche Beispiele vorfinden.

Es wäre nun wohl am Platze, über die Art des Vorganges eine Betrachtung einzuschleppen, nachdem wir das am Frostmuskel gefundene auch am Säugethiermuskel bestätigt haben. Die O-Aufnahme aus dem Blute in die Gewebe des lebenden Körpers ist nicht unmittelbar als Oxydationsprocess anzusehen, sondern es geht diesem offenbar eine Aufspeicherung des O im lebenden Protoplasma durch Assimilierung voraus, d. h. eine Bindung mehr oder weniger lockerer Art. Der zweite Akt erst ist die mit Spaltung einhergehende Oxydation, welche festere O-Verbindungen liefert. Ausserdem aber können sich im lebenden und absterbenden Gewebe oxydable Substanzen bilden, welche ausserhalb des Protoplasmas O an sich reissen, was ja durch die Versuche von Al. Schmidt über die Ansammlung oxydabler Substanzen im Blute bei Erstickung und Tetanus nachgewiesen ist. Setzen wir nun diese beiden Vorgänge voraus, so dürfen wir annehmen, dass in dem ganz frischen Gewebe noch die Eigenschaft der Assimilierung des O in gewissem Grade fortbesteht, welche eine schnelle Reduktion des Oxyhämoglobins zur Folge hat. Die Spaltung und Oxydation wird daher bis zum völligen Absterben noch in gewisser Stärke fortauern. In dem zeit- und wärmestarrten Muskel dagegen findet nun zwar die Assimilierung des O nicht mehr statt, aber es haben sich unter O-Mangel oxydable Substanzen gebildet von mehr oder weniger labiler Zusammensetzung, welche analog dem lebenden Protoplasma O an sich ziehen. Daher finden wir in diesem Muskel noch ein schwaches Reduktionsvermögen vor. Dasselbe wird aber immer geringer, je länger die Zeitstarre dauert, oder je höher die einwirkende Temperatur gewesen. Endlich bei einer Temperatur von 100° C. verschwindet jedes Reduktionsvermögen im Muskel fast gänzlich. Wir werden daraus folgern, dass die oxydablen Substanzen des Muskels durch höhere Temperatur in immer festere Verbindungen verwandelt werden, also ihre Reduktionsfähigkeit allmählig verlieren.

Ich möchte aber noch besonders betonen, dass in chemischer Hinsicht eine scharfe Grenze zwischen der Reduktion im lebenden Gewebe und im mehr oder weniger abgestorbenen vielleicht gar nicht zu ziehen ist. Wir beurtheilen den Eintritt des Todes in einem Organ nur nach dem Verschwinden äusserer Effekte, insbesondere der Contraktions- und Leitungsvorgänge und ähnlicher Processe. Der Uebergang aus dem lebenden in den todtten Zustand in dem chemischen Molekül des Protoplasma scheint aber in Wirklichkeit mehr oder weniger ein allmählicher und continuirlicher sein. Wir können uns daher denken, dass das Molekül beim Absterben nach und nach in Spaltungsprodukte zerfällt, welche ihm in ihren chemischen Eigenschaften immer unähnlicher werden, in der ersten Periode des Zerfalls ihnen aber noch sehr ähnlich sind.

2. Glatte Muskulatur.

Einige Versuche an der Muscularis des Magens bestätigten im Ganzen das Resultat, welches wir beim Frosch erhalten hatten. Besonders geeignet hierzu ist der Muskelmagen der Vögel.

| | | | |
|------|-------------|-------------|--|
| | Gastroen. | Magenmuskel | |
| Zeit | 29' | 59' | Kaninchen, 2 Ccm. Lösung (3 Proc.). |
| | Brustmuskel | Magenmuskel | |
| Zeit | 11,5' | 25,5' | Taube, 1 grm. 2 Ccm. Lösung (2 Proc.). |

Die absolute Verschiedenheit des Kaninchen- und Taubenmuskels ist in diesem Falle nicht maassgebend, weil nicht dasselbe Blut in beiden Versuchen angewendet war. Auch kommen absolute Unterschiede bei derselben Thiergattung vor. Dagegen ist die O-Zehrung in der glatten Muskulatur beide Male noch einmal so langsam als in der quergestreiften.

3. Drüsen.

An den grösseren Thieren boten sich eine Anzahl von Drüsen sehr bequem zur Untersuchung dar. Es wurden Magenschleimhaut, Leber, Submaxillaris, Pankreas und Niere hierzu ausgewählt.

a) Magenschleimhaut.

| | | | |
|------|---------------|------------------|-------------------------------------|
| | Skelettmuskel | Magenschleimhaut | |
| Zeit | 29' | 54' | Kaninchen, 2 Ccm. Lösung (3 Proc.). |

Die Magenschleimhaut reducirte also in diesem Falle etwa nur halb so stark als der Skelettmuskel.

b) Leber.

Da die Leber sehr blutreich beim Warmblüter ist, so wurde meistens eine Ausspritzung der Gefässe mit 0,6 Procent ClNa-Lösung vorausgeschickt.

Ich erhielt z. B.:

| | Muskel | Leber | |
|------|--------|-------|--|
| Zeit | 32' | 27' | Kaninchen, 1 grm. Entblutung, 2 Cem. Lösung (2 Proc.). |
| „ | 23' | 30' | „ Entblutung 1 grm., 2 Cem. Lösung (2 Proc.). |
| „ | 27' | 26' | „ 1 grm. ohne Entblutung. |

Man sieht hieraus, dass das Reduktionsvermögen der Leber beim Warmblüter in geringen Grenzen einmal grösser einmal kleiner erscheint als das des Muskels, dass dasselbe also bei beiden Organen ungefähr ein gleiches ist, übereinstimmend mit dem am Frosch erhaltenen Resultat. Das Unterlassen der Ausspritzung verursachte trotz der Blutreste in der Leber keinen sehr grossen Fehler in der Bestimmung der Reduktionszeit. Siedehitze hebt das Reduktionsvermögen der Leber fast vollständig auf.

c) Speicheldrüse und Pankreas.

Ganz anders verhielt sich die Speicheldrüse (Gl. submaxillar). Beim Kaninchen sowohl wie beim Hunde zeigte sie eine verhältnissmässig sehr langsame Reduktion.

| | Muskel | Gl. submax. | |
|------|--------|-------------|---|
| Zeit | 17,5' | 66,5' | Kaninchen, 0,66 grm. 1,3 Cem. Lösung (2 Procent). |
| „ | 19' | 57' | „ 0,65 „ 2 „ „ (2 „). |
| „ | 27' | 83' | Hund, 1 grm. 2 Cem. Lösung (2 Procent). |

Die geringe O-Zehrung der Speicheldrüse lässt sich wohl befriedigend erklären aus dem grossen Reichthum an Mucinzellen und dem geringen Gehalt an Eiweisszellen. Dagegen reagirt das Pankreas als ein an protoplasmatischen Zellen reiches Organ sehr viel schneller gegen die Blutlösung, fast ebenso schnell wie der Muskel.

| | Muskel | Pankreas | |
|------|--------|----------|---|
| Zeit | 25' | 28' | Hund, 1 grm. 2 Cem. Lösung (2 Procent). |

d) Niere.

An die Untersuchung der Niere ging ich mit keiner besonderen Erwartung, da man ihr als einem wesentlich excretorischen Organe keinen sehr lebhaften specifischen Stoffwechsel zutrauen sollte. Zu meiner Ueberraschung nahm ich indess wahr, dass

ihre Reduktion meist eine schnellere ist als die des Muskels. Das ist ganz besonders auffallend, wenn man ausschliesslich die Nierenrinde zum Versuch anwendet. Z. B.:

| | Muskel | Nierenrinde | |
|------|--------|-------------|--|
| Zeit | 17,5' | 13' | Kaninchen, 1 grm. 2 Cem. Lösung (2 Proc.). |
| „ | 11' | 9' | „ „ „ „ „ |
| „ | 17,5' | 15,5' | Hund. 1 grm. 2 Cem. Lösung (2 Proc.). |

Hingegen zeigt die Marksubstanz eine deutlich langsamere Reduktion als die Rindensubstanz. Z. B.:

| | Nierenrinde | Nierenmark | |
|------|-------------|------------|---------------------------------------|
| Zeit | 22' | 27' | Kaninchen, mit ClNa-Lösung entblutet. |

Dieser Umstand ist erklärlich, wenn man bedenkt, dass in der Marksubstanz sehr viel mehr Bindegewebe enthalten ist, als in der Rinde. Das sekretorische Gewebe, die Epithelien der Harnkanälchen, ist es also vornehmlich, dem das starke Reduktionsvermögen zukommt.

Sehr merkwürdig erschien es mir nun, dass die Niere selbst 24 Stunden nach dem Tode von ihrer Fähigkeit, zu reduciren, Nichts eingebüsst hatte. Selbst 48 Stunden nach dem Tode hatte die Reduktionszeit nur um ein Drittel zugenommen, und war beinahe so gross wie die des frischen Muskels, während der Muskel in dieser Zeit ausserordentlich viel von dieser Eigenschaft verloren hatte.

| | Nierenrinde | | | Muskel | | |
|------|-------------|-----------|-----------|--------|-----------|---|
| | frisch | n. 24 St. | n. 48 St. | frisch | n. 48 St. | |
| Zeit | 12,5' | 11,5' | — | — | — | Kaninchen, 1 grm. 2 Cem. Lös. (2 Procent). |
| „ | 9' | — | 12' | 11' | 47,5' | |

Man wird sich diese Thatsache, dass das Nierengewebe sein Reduktionsvermögen nur sehr langsam nach dem Tode aufgibt, entweder daraus erklären, dass das Protoplasma der Nierenzelle nur sehr allmählig abstirbt, oder daraus, dass neben dem lebenden Protoplasma in der Zelle grössere Mengen besonderer reducirender Substanzen vorhanden sind. Durch Siedehitze verliert aber das Gewebe seine reducirende Wirkung fast vollständig, also thun dies auch die etwaigen reducirenden Substanzen.

| | Niere frisch | 100° C. | |
|------|--------------|-----------|--|
| Zeit | 11,5' | 3 St. 51' | Kaninchen, 1 grm. 2 Cem. Lösung (2 Procent). |

Es sind daher reducirende Substanzen, welche durch höhere Temperatur nicht zerstört würden, in der Niere nicht nachweisbar. Die starke O-Verzehrung in der

Nierenzelle weist darauf hin, dass die excretorische Thätigkeit derselben von einem eigenen lebhaften Stoffwechsel begleitet sein dürfte. Wir wissen freilich hierüber durch direkte Versuche an der Niere des lebenden Thieres nichts sicheres. Nur aus den Versuchen von Al. Schmidt über künstliche Durchblutung der Niere, wissen wir, dass auch das Blut schnell venös wird, und dass sich darin oxydable Substanz ansammeln.

4. Gehirn.

Mit ganz besonderem Interesse ging ich an die Untersuchung der Gehirns substanz. An einem schon vorher benutzten Kaninchen erhielt ich 3—4 Stunden nach dem Tode eine allerdings 3mal längere Reduktionszeit des Gehirns als vom Muskel, bei einem Hunde eine halbe Stunde nach dem Tode gelegentlich eine dem Muskel etwa gleiche Reduktionszeit. Als ich aber bei einem jungen Hunde möglichst schnell nach der Entblutung die Vermischung der Gehirns substanz mit der Blutlösung vornahm, sah ich eine fast augenblickliche Entfärbung der Lösung eintreten. In der gelben Flüssigkeit waren keine Absorptionsstreifen spektroskopisch erkennbar, und auch bei Berührung mit Luft kehrten die O-Streifen nicht wieder. Diese Beobachtung ist mir leider nicht wieder gelungen, so schnell ich auch nach der Entblutung die Operation vornahm. Auch wenn ich den Schädel vor der Tödtung eröffnet hatte, um damit keine Zeit zu verlieren, wollte es nicht gelingen. Diese Methode hatte sogar den Nachtheil, dass es schwer war, die Hirnmasse ganz vom Blute frei zu halten. Ich muss es daher ganz dahingestellt sein lassen, ob wir es hier wirklich mit einer eigenthümlichen Reaktion der Gehirns substanz zu thun haben, die darin bestehen könnte, dass auch das Hämoglobin als solches in ihr einer Assimilirung unterliegt, oder ob diese einmalige Beobachtung durch einen zufälligen Umstand herbeigeführt war. Vielleicht glückt es Andern, hierüber zu entscheiden. Als in dem eben beschriebenen Versuche eine zweite Portion nach etwa 5—10 Minuten geprüft wurde, erhielt ich nur eine Reduktion gewöhnlicher Art nach 25 Minuten.

In allen Versuchen wurde möglichst reine Rindensubstanz gewählt, in der Voraussetzung, dass vorzüglich der grauen Substanz besondere Eigenthümlichkeiten zukommen möchten. Der Vergleich des frischen Gehirns mit dem frischen Muskel ergab in günstigen Fällen etwa gleiche Grössen für die Reduktionszeit. Oft aber war dieselbe eine merklich längere, und das ist wohl dahin zu verstehen, dass das Absterben im Gehirngewebe mit sehr viel grösserer Schnelligkeit erfolgt als im Muskel. Nichtsdestoweniger bleibt auch nach längerer Zeit ein kräftiges Reduktionsvermögen der Hirns substanz zurück. Eine ganz besonders bemerkenswerthe Thatsache besteht

man darin, dass selbst nach Einwirkung der Siedehitze die Hirnsubstanz ein mässig starkes Reduktionsvermögen zurückbehält, was bei keinem andern Organe der Fall ist, und dass eine Erwärmung auf 45—50° C. das Reduktionsvermögen nur in geringem Grade herabsetzt. Folgende Versuche überzeugen hiervon:

| | | Gehirnrinde | | | | |
|--------|-------|-------------|---------|-----------|---|-----------|
| Muskel | | frisch | 100° C. | 45—50° C. | | |
| Zeit | — | 0 | 20' | — | Hund, 1 grm. 2 Cem. Lösung (3 Procent). | |
| | | Entfärbung | | | | |
| „ | 6' | 6' | 63,5' | — | „ | „ 1 „ „ „ |
| „ | 23' | 34' | — | — | Kaninchen, 1 grm. 2 Cem. Lös. (2 Procent). | |
| „ | — | 17,5' | 45' | 19' | Hund, 1 grm. 2 Cem. Lös. (2 Proc.), Blut > 12 St. | |
| „ | 12,5' | 15' | 42' | — | Kaninchen, ebenso. | |
| „ | 14' | 14' | — | — | Hund, 1,19 grm. 2 Cem. Lösung (3 Procent). | |

Es fragt sich nun, wie wir diese dem Gehirn eigenthümlichen Erscheinungen aufzufassen haben. Es scheint mir aus ihnen hervorzugehen, dass der Gehirns substanz im lebenden Zustande ein ganz ausserordentlich starkes Reduktionsvermögen zukommt. Da sie aber bei der Tödtung fast momentan abstirbt, so kommen eben nur geringe Reste dieses Vermögens zur Beobachtung, die in günstigen Fällen noch denselben Werth besitzen als die des frischen Muskels. Hierbei entstehen aus der Hirnsubstanz durch Spaltung Körper, welche noch eine erhebliche Reduktionskraft besitzen, von dieser bei 45—50° C. nur wenig einbüßen und sogar eine gewisse Menge solcher Produkte, welche diese Eigenschaft auch in der Siedehitze nicht verlieren.

Es wäre daher denkbar, die letztere Art von Substanzen aus der Gehirnmasse chemisch darzustellen. Versuchshalber habe ich käufliches Lecithin (aus einer Sittelschen Sammlung) zu einer Reaction verwendet. Es wurde 1/2 grm. mit 2 Cem. Blutlösung vermischt und wie gewöhnlich in Fläschchen behandelt. Die pulverige, sich nicht lösende Masse entfärbte zwar die Flüssigkeit nach etwa 15 Minuten, aber liess bei starkem Sonnenlichte an sich selbst die O-Streifen noch stundenlang gut erkennen, dann schien sich ein schwacher Methämoglobinstreifen zu bilden. Dass die Flüssigkeit sich so schnell entfärbte, frappirte mich anfangs wegen der Aehnlichkeit mit dem obigen Versuche am frischen Hirn, doch überzeugte ich mich, dass dies nichts anderes als eine Absorption des Farbstoffes durch das Pulver war, und dass

Kohlepulver auch nach kurzer Zeit in ähnlichem Grade die Flüssigkeit stark enttärbte. Ausserdem konstatarie ich, dass Eigelb, welches ja auch Lecithin haltig ist, keine Reduktion der Blutlösung hervorbringt. Es wäre somit Sache einer besonderen Untersuchung die reducirende Substanz aus dem Gehirn darzustellen.

Andere Organe und thätiger Muskel.

Gelegentlich wurden noch einige Beobachtungen an anderen Organen gemacht. Die Haut des Kaninchen zeigte gegenüber dem Muskel ein geringes Reduktionsvermögen, ebenso auch Fettgewebe aus dem Mesenterium. Dieses Ergebniss wird nicht Wunder nehmen, wenn wir bedenken, dass alle Bindegewebs- und noch mehr Fettzellen einen sehr langsamen Stoffwechsel besitzen. Auch Lymphdrüsen verhielten sich bei der Reduktion der Blutlösung sehr träge. An der Milz konnte der Versuch nicht ausgeführt werden, weil es nicht gelingen wollte, dieselbe genügend blutfrei zu erhalten. Das Auswaschen der Milz dauerte ausserordentlich lange, und nur durch Kneten konnte man aus einigen Partieen das Blut entfernen. Dabei presst man aber wahrscheinlich auch Pulpamasse mit heraus.

Einen Versuch habe ich auch an einem mit Strychnin vergifteten Kaninchen angestellt, an welchem ein N. ischiad. durchschnitten war. Der Vergleich des tetanisirten mit dem ruhenden Muskel ergab in diesem Falle, dass der tetanisirte sehr viel langsamer reducirte. Dies war mir um so auffallender, da Grützner und Gscheidlen angaben, dass der tetanisirte Muskel in ihren Versuchen in stärkerem Grade reducirte als der ruhende. Doch müssen zum Zwecke der Entscheidung eine grössere Anzahl von Versuchen hierüber angestellt werden. Mir schien das erhaltene Resultat deshalb plausibel, weil der tetanisirte Muskel schon fast starr aussah, also nach obigen Erfahrungen auch langsamer reduciren sollte als der ruhende. Man sollte doch auch meinen, dass bei der Thätigkeit mehr reducirende Substanz verbraucht werde als in der Ruhe, mithin der tetanisirte Muskel ärmer an solcher sein musste. Allerdings ist es sehr wahrscheinlich, dass der Muskel nach der Thätigkeit in stärkerem Grade O assimilirt als in der Ruhe, und dies dürfte im lebenden Körper vielleicht zu konstatiren sein. Indessen diese Differenz in der Assimilirung nach Thätigkeit und Ruhe dürfte wohl beim zerkleinerten, absterbenden Muskelgewebe nicht mehr zur Geltung kommen.

In mehreren Versuchen an Froeschmuskeln, von denen die einen einem langdauernden Strychnintetanus oder auch der elektrischen Reizung unterworfen waren, habe ich einen Unterschied in der Reduktionszeit gegen die ruhenden nicht konstatiren können. Ich erkläre mir dieses Resultat daraus, dass es sich vornehmlich um eine Zehrung des O durch das noch lebende Protoplasmamolekül handelt, welche in beiden Fällen schnell vor sich geht. Der Froeschmuskel erleidet aber auch nach starker Ermüdung keine so starke Alteration als der Säugethiermuskel, und lässt daher einen Unterschied in der Reduktionszeit in diesem Falle nicht erkennen. Die Reduktion durch etwa entstandene reducirende Substanzen kann hier nicht mehr zur Geltung kommen, denn diese ist eine viel langsamere als durch die lebende Substanz. Grützner und Gscheidlen prüften auch meist die wässerigen Extrakte der Muskeln, hatten es also mit den extrahirbaren reducirenden Substanzen zu thun. Versuche dieser Art an den verschiedenen Geweben habe ich noch nicht angestellt.

Vergleichung der Resultate.

Um eine Uebersicht über die Ergebnisse zu gewinnen, lasse ich die Versuche zunächst der Reihe nach folgen. Es lassen sich hieraus schon einige Vergleichen entnehmen, und es stellen sich auch noch manche neue Erscheinungen dabei heraus. In vielen Versuchen folgen mehrere Beobachtungen der Zeit nach hinter einander, was daselbst durch a, b, c u. s. w. angegeben ist. Wir können hieraus mehrere Male ersehen, welchen Einfluss die Zeit nach dem Tode auf das Reduktionsvermögen ausübt.

Versuchsreihe II. Versuche am Kaninchen, Hund und Taube.

Tabelle I.

| Nr. | Muskel. | Rückenmark. | Magenmuskel. | Magenschleimhaut. | Gehirnrinde. | Gehirnrinde. 45—50° C. | Gehirnrinde. 100° C. | Blut. | Bemerkungen. |
|------|---------|-------------|--------------|-------------------|--------------|------------------------|----------------------|-------|---|
| 1. | 75' | 75' | — | — | — | — | — | > | Kaninchen, 1 grm., 5 0/0 2 Ccm. Lös. 5 Std. nach dem Tode. |
| 2 a. | 29' | — | 59' | 54' | — | — | — | — | Kaninchen, frisch. 3 0/0 2 Ccm. Lösung. |

| Nr. | Muskel. | Rückenmark. | Magenmuskel. | Magenschleimhaut. | Gehirnrinde. | Gehirnrinde. 45—50° C. | Gehirnrinde. 100° C. | Blut. | Bemerkungen. |
|-------|-------------|--------------------|--------------|-------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|---------|---|
| 2 b. | 9' | — | — | — | 27' | — | — | — | Dasselbe Kaninchen. 3—4 St. n. d. Td. 1 grm. |
| 3 a. | 14' | — | — | — | 14' | — | — | — | Hund, 1/2 Std. n. d. Tode. 1,19 grm. 2 Cem. Lös. 3 0/0. |
| b. | — | — | — | — | 16' | 16' | — | > 6 St. | 1—1 1/2 Std. n. d. Tode. |
| c. | — | — | — | — | 19' | — | 14' (fein zertheilt.) | — | 1 1/2 Std. nach d. Tode. |
| | | Muskel. 100° C. | | | | | | | |
| 4. | 11,5' | > 5 St. | — | — | — | — | — | > 5 St. | Hund, 1 grm., 2 Cem. Lösung 3 0/0. |
| 5 a. | — | — | — | — | 0' | — | 20' | — | Hund, 1 grm. 2 Cem. Lös. 3 0/0. |
| b. | — | — | — | — | 25' | — | — | — | Nach 5—10'. |
| | | | Haut. | Niere. | Leber. | | | | |
| 6 a. | — | — | — | — | — | 17' | — | — | a. b. Kaninchen, Gehirn am leb. Thier bloss- gelegt. Masse zu blutig. |
| b. | — | — | — | — | — | 13' | — | — | 1—2 grm., 2 Cem. Lös. 3 0/0. |
| c. | — | — | — | — | > 4 St. | 20' | — | — | c. Kleines Stückchen. |
| d. | 32' | — | — | — | 27' | — | — | — | Nach 2—3 Std., 1 grm. Thier durch ClNa (0.6) entblutet. 2 Cem. Lös. |
| 7. | — | — | — | — | — | 18' | — | — | Kaninchen, 1 grm., 2 Cem. Lösung 2 0/0. |
| 8 a. | — | — | — | — | — | 9.5 | — | — | Hund, 1 grm. 2 Cem. Lös., 3 0/0. |
| b. | 6' | — | — | — | — | 6' | 63,5' | — | 1 Cem. Lösung. |
| 9 a. | 23' | — | 77' | — | — | 34' | — | — | Kaninchen, 1 grm. 2 Cem. Lösung, 2 0/0. |
| b. | — | — | — | — | 30' | — | — | — | Entblutet. |
| 10 a. | 62' | — | — | — | — | 62' | — | — | Hund, 24 Std. nach dem Tode. 1 grm., 2 Cem. Lösung. |
| b. | > 3 1/2 St. | — | — | — | > 3 1/2 St. | — | — | — | 2 Cem. Methämoglobin. |
| | | | | Fett. | | | | | |
| 11. | — | — | — | — | — | 17,5 | 19' | 45' | > 12 St. Hund, eb. getödtet. 1 grm., 2 Cem. Lös. 2 0/0. |
| 12 a. | 12,5' | 189' | — | — | — | 15' | — | 42' | — |
| b. | 17,5' | — | — | 13,5' | — | — | — | — | Kaninchen, eben getödt. 1 grm., 2 Cem. Lös. 2 0/0. |
| c. | 33' | — | — | — | 60' | — | — | > 7 St. | |

| Nr. | Muskel. | Nieren- rinde. | Gland. submax. | Leber. | | | | | Bemerkungen. | | |
|-------|--------------------|---------------------|-------------------|-----------|--------------------|-------------------|-------------------|--------|---|---|--|
| 13 a. | 11' | 9' | — | — | | | | | Kaninchen, eben getödtet. 1 grm. 2 Cem. Lösung. | | |
| b. | 17,5' | — | 66,5' | — | | | | | 0,66 grm. 1,3 Cem. Lösung. | | |
| c. | 27' | — | — | 26' | | | | | 1 grm. 2 Cem. Lösung. | | |
| | | | | | Muskel. 100° C. | Niere. 100° C. | Leber. 100° C. | Blut. | | | |
| 14 a. | 13,5' | 11,5' | — | — | — | — | — | > 5 h. | Kaninchen, eben getödtet. 1 grm. 2 Cem. Lösung, 2 0/0. | | |
| b. | 19' | — | 57' | — | — | — | — | — | 0,65 grm. 2 Cem. Lösung. | | |
| c. | — | — | — | 5 h. | 3 h. 51' | — | — | — | | | |
| d. | — | — | — | > 5 h. | — | 3 h. 52' | — | — | | | |
| | | | Pankreas. | Gl. subm. | Lymphdr. | | | | | | |
| 15 a. | 17,5' | 15,5' | — | — | — | | | | | Hund, 1 gr. 2 Cem. Lösung, 2 0/0. | |
| b. | 25' | — | 23' | — | — | | | | | | |
| c. | 27' | — | — | 83' | — | | | | | | |
| d. | 41' | — | — | — | 71' | | | | | 3 Cem. Lösung. | |
| | Ruhend. Muskel. | Tetanis. Muskel. | Milch- drüse. | | | | | | | | |
| 16 a. | 19' | 48' | — | | | | | | | Kaninchen, rechtl. Ischiad durch- schnitten. Strychninvergiftung. 2 Cem. Lös. 2 0/0. 1 grm. | |
| b. | 14,5' | 16,5' | — | | | | | | | | |
| c. | 57' | — | 62' | | | | | | | | |
| | Leber. | Nieren- rinde. | Nieren- mark. | | | | | | | | |
| d. | 25' | 22' | 27' | | | | | | | Mit ClNa 0,6 ausgespritzt. Nach 4—5 Std. | |
| | Muskel | | Nierenrinde | | | | | | | | |
| | lebend. | zeitstarr. | lebend. | tot. | | | | | | | |
| 17. | 17' | 21' | 12,5' | 11,5' | | | | | | | Kaninchen, starr. 24 Stunden tot. 2 Cem. Lös. 2 0/0. 1 grm. |
| | lebend. | tot. | | | | | | | | | |
| 18. | 11' | 47,5' | 9' | 12' | | | | | | | Kaninchen, 48 Std. tot. 2 Cem. Lös. 2 0/0. 1 grm. |
| | Muskel. | Gehirn. | Muskelmagen. | | | | | | | | |
| 19 a. | 9,5' | 9,5' | — | | | | | | | | Taube, 1 grm. 2 Cem. Lösung 2 0/0. |
| b. | 11,5' | — | 25,5' | | | | | | | | |

Betrachten wir in dieser Tabelle zuerst die Reduktionszeiten für die quer-
gestreiften Muskeln, so finden wir zwar unter den verschiedenen Bedingungen grosse
Abweichungen vor. Fassen wir aber diejenigen Versuche zusammen, in denen die
Thiere möglichst schnell nach dem Tode zur Behandlung kamen, so schwankten die

Zeiten nur innerhalb verhältnissmässig kleiner Grenzen. Dazu kommt noch, dass nicht in allen Versuchen gleiche Quantitäten Blut zur Lösung verwendet, und gleiche Mengen Lösung hinzugesetzt wurden. Ferner können Unterschiede zwischen den Thierarten in dieser Beziehung vorhanden sein.

Nehmen wir einige Beispiele am Kaninchen heraus, in denen immer 1 grm. Muskel mit 2 Ccm. einer 2 procent. (Volum) Blutlösung vermischt wurde, so erhalten wir folgende Zahlen:

| Nr. | Zeit. | |
|---------|-------|-----------------------|
| 12 a. | 12,5' | 1 grm. K. M. |
| 13 a. | 11' | |
| 14 a. | 13,5' | |
| 15 a. | 17,5' | 2 Ccm. Lös. (2 Proc.) |
| 17. | 17' | |
| <hr/> | | |
| Mittel: | 14,3' | |

Man ersieht hieraus immerhin, dass die Zeiten nicht sehr erheblich schwanken, und dass sich unter gleichen Bedingungen ein ungefährer Mittelwerth (14,3') angeben lässt. Für den frischen Hundemuskel erhält man die Werthe:

| Nr. | Zeit. | |
|------|-------|----------------------|
| 3 a. | 14' | 1 grm. H. M. |
| 4. | 11,5' | 2 Lösung. (3 Proc.). |

Im Allgemeinen scheint also die Reduktion beim Hunde eine schnellere zu sein als beim Kaninchen, zumal eine 3 procent. Blutlösung genommen wurde, und das Blut des ersteren sicherlich reicher an Hämoglobin ist.

Der einmalige Versuch an einer Taube ist zwar nicht maassgebend, doch deutet die kleine Reduktionszeit des frischen Muskels auf eine starke O-Zehrung hin.

Wollte man vergleichende Versuche zwischen verschiedenen Thiergattungen anstellen, so müsste man zu jeder Beobachtung dieselbe Blutart benutzen, da der Hämoglobingehalt bei diesen offenbar beträchtlich differirt.

Ist längere Zeit nach dem Tode verstrichen, so wird die Reduktion im Allgemeinen eine viel langsamere, und die Unterschiede zwischen den einzelnen Organen gleichen sich hiermit meist vollständig aus, (z. B. Versuch 1, 10). In allen diesen Fällen ist aber noch daran zu denken, dass das zurückgebliebene Reduktionsvermögen auch durch die Fäulniss, d. h. durch Entwicklung von Mikroorganismen, zum Theil bedingt sein kann.

Wie an den Muskeln, kann man auch an den andern Organen die Bemerkung machen, dass unter möglichst gleichen Bedingungen die Reduktion in gewisse Zeitgrenzen hineinfällt. Indessen scheint es mir nicht von Belang, hierfür Beispiele herauszusuchen, um für einen gegebenen Fall einen Mittelwerth zu berechnen. Dahingegen wird es von Bedeutung sein, das Reduktionsvermögen der Organe einander gegenüber zu stellen. Zu diesem Zwecke setzen wir die Reduktionszeit des Skelettmuskels wiederum gleich Eins, und berechnen in einer jeden Beobachtung den entsprechenden Werth für die mit ihm verglichenen Organe. Es muss aber hervor-

Tabelle II zu

| Nr. | Quergestreifter Muskel | | | | D r ü s e n | | | | | | | |
|--------|------------------------|--------|--------------------|-----------------------|-------------|------|----------------|-----------|--------|------|------|------|
| | lebend. | 100" | Zeitstarr und tot. | Glatte Muskel (Magen) | Leber | | Nierenrinde | | | Tot. | | |
| | | | | | lebend. | 100" | Gland. submax. | Pankreas. | lebend | | 100" | |
| 2 a. | 1. | — | — | 2,03 | 1,86 | — | — | — | — | — | — | — |
| | b. | 1. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 3 a. | 1. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 4. | 1. | > 27 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 6 b. | 1. | — | — | — | 0,84 | — | — | — | — | — | — |
| | 8. | 1. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 9 a. | 1. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 9 b. | — | — | — | — | 1,3 | — | — | — | — | — | — |
| 12 a. | 1. | 15,12 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | b. | 1. | — | — | — | — | — | — | — | 0,77 | — | — |
| | c. | 1. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 13 a. | 1. | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,82 | — | — |
| | b. | 1. | — | — | — | — | — | 3,8 | — | — | — | — |
| | c. | 1. | — | — | — | 0,96 | — | — | — | — | — | — |
| 14 a. | 1. | 23 | — | — | — | — | 17 | — | — | 0,85 | 17 | — |
| | b. | 1. | — | — | — | — | — | 3,0 | — | — | — | — |
| | 15. | 1. | — | — | — | — | — | 3,07 | 1,12 | 0,89 | — | — |
| | 17. | 1. | — | 1,23 | — | — | — | — | — | 0,74 | — | 0,70 |
| | 18. | 1. | — | 4,32 | — | — | — | — | — | 0,82 | — | 1,09 |
| | 19. | 1. | — | — | 2,22 | — | — | — | — | — | — | — |
| Mittel | 1. | > 21,7 | — | 2,12 | 1,86 | 1,03 | 17 | 3,29 | 1,12 | 0,82 | 17 | — |

gehoben werden, dass hierzu nur diejenigen Versuche ausgewählt werden können, in denen die Organe entweder gleich nach dem Tode oder möglichst bald darauf zur Beobachtung kamen. In einigen Fällen, in denen es angegeben ist, ist diese Zeit auch auf einige Stunden ausgedehnt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt uns nun, in welchem Verhältniss die Reduktionszeiten einer Anzahl von Organen zu einander stehen, ebenso auch, wie sie sich in gewissen Zuständen in dieser Beziehung ändern.

Versuchsreihe II.

| Fett- gewebe. | Lymph- drüsen. | Gehirn | | | Haut. | Blut. | Zeit nach dem Tode. | Bemerkungen. |
|------------------|-------------------|----------------------|---------|------|-------|-------|------------------------|-----------------------|
| | | (Lebend.) Frisch. | 100° C. | Tot. | | | | |
| — | — | — | — | — | — | — | 0*) | Kaninchen. |
| — | — | — | — | 3 | — | — | 3—4 St. | Kaninchen. |
| — | — | — | — | 1 | — | — | 1/2 St. | Hund. |
| — | — | — | — | — | — | > 27 | 0 | Hund. |
| — | — | — | — | — | — | — | 2—3 St. | Kaninchen, entblutet. |
| — | — | 1 | 10,6 | — | — | — | 0 | Hund. |
| — | — | 1,48 | — | — | 3,35 | — | 0 | Kaninchen, entblutet. |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 1,2 | 3,36 | — | — | — | 0 | Kaninchen. |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,82 | — | — | — | — | — | > 14 | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | 0 | Kaninchen. |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | > 23 | 0 | Kaninchen. |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | 1,73 | — | — | — | — | — | 0 | Hund. |
| — | — | — | — | — | — | — | 0 und 24 St. | Kaninchen. |
| — | — | — | — | — | — | — | 0 u. 48 St. | Kaninchen. |
| — | — | 1 | — | — | — | — | — | Taube. |
| 1,82 | 1,73 | 1,17 | 6,98 | 2 | 3,35 | > 21 | — | — |

*) 0 bedeutet möglichst schnell nach dem Tode.

Trotzdem in den einzelnen Versuchen die absoluten Werthe erhebliche Differenzen zeigen, so finden wir doch für jedes Organ ziemlich übereinstimmende relative Werthe vor. Es ist daher gestattet, für diejenigen Organe, von denen mehrfache Beobachtungen vorliegen, eine mittlere relative Reduktionszeit zu berechnen, so namentlich für Leber, Speicheldrüse, Niere und Gehirn. Auch für einige andere Gewebe, die nur einzeln oder in wenigen Fällen untersucht sind, ist ein muthmaasslicher Werth angeführt, der noch der Bestätigung bedarf. Doch dürfte die Abweichung vermuthlich keine grosse sein. Wenn wir hiernach eine Reihenfolge der Organe aufstellen, nach welcher die Reduktionszeiten wachsen, so lässt sich diese in folgender Weise aus den Mittelwerthen entnehmen.

| | Zeit | Geschwindigkeit der O-Zehrung. |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Nierenrinde | 0.82 | 122 |
| Quergestreifter Muskel | 1.00 | 100 |
| Leber | 1.03 | 97 |
| Pankreas | 1.12 | 89 |
| Gehirn | 1.17 | 85,5 ? |
| Lymphdrüse | 1.73 | 57,8 |
| Fettgewebe | 1.82 | 55 |
| Magenschleimhaut | 1.86 | 53,8 |
| Glatte Muskel | 2.12 | 47,2 |
| Glandul. submaxill. | 3.29 | 30,4 |
| Haut | 3.35 | 29,9. |

Neben der Zeit ist ferner die „Geschwindigkeit der O-Zehrung“ angegeben, wenn wir die des quergestreiften Muskels gleich 100 setzen.

Was das Gehirn anbetrifft, so kommt demselben nach unsern obigen Beobachtungen und Ueberlegungen wahrscheinlich eine ganz andre Stellung zu als die angegebene. Es ist sogar zu vermuthen, dass ihm die erste Stelle gebührt, und dass es nur deshalb erst hinter Leber und Pankreas erscheint, weil es von allen Organen am schnellsten abstirbt. Man müsste also auch bei allen Organen den Grad des Absterbens berücksichtigen, zu der Zeit, in welcher sie zur Untersuchung kommen. Ausser dem Gehirn dürfte dieser Umstand für die andern Organe nur wenig ins Gewicht fallen, da der Verlauf des Absterbens bei ihnen wohl annähernd ein gleicher sein dürfte.

Vergleichen wir diese Resultate mit den beim Frosche beobachteten, so zeigt sich Folgendes:

| | Frosch | Schnelligkeiten | Säugethier |
|----------------------------------|--------|-----------------|------------|
| Quergestreifter Muskel | 100 | | 100 |
| Leber | 81.97 | | 97 |
| Glatte Muskel | 72.4 | | 47 |
| Magenschleimhaut | 57 | | 53.8 |
| Haut | 54 | | 29.9. |

Man entnimmt hieraus, dass beim Frosch der glatte Muskel dem quergestreiften näher steht als beim Säugethier, dass die Leber des Säugethiers verhältnissmässig kräftiger reducirt als beim Frosch, dass dagegen die Haut des Frosches im Verhältniss ein stärkeres Sauerstoff-Bedürfniss zeigt als diejenige des Warmblüters. Vermuthlich steht dies damit im Zusammenhang, dass der Haut des Frosches eine viel ausgiebigere Athmungsfunktion zukommt als der des Säugethieres.

Schliesslich glückte es auch, einige Versuche mit dem Lungengewebe des Kaninchen anzustellen. Der Versuch bot besondere Schwierigkeiten dar. Es handelte sich bei diesem Organe nicht nur darum, dasselbe blutfrei, sondern auch es luftfrei zu machen. Zu diesem Ende konnte ich die von Hermann angegebene Methode, die Lunge mit CO_2 zu füllen und in Wasser zu legen, nicht verwenden, wegen der langen Dauer und schädlichen Wirkung des CO_2 . Ich bediente mich daher eines Verfahrens, welches mein Assistent, Herr cand. med. Morgen, in mehreren Versuchen mit Erfolg ausgeführt hat. Es besteht darin, die Lunge in einer Flasche aufzuhängen und aus dieser die Luft mit einer Hg. Luftpumpe auszupumpen. Die Lunge bläht sich stark auf, die Luft entweicht durch die Bronchien und vermöge der Diffusion vollständig, und hat man nahezu das Vacuum hergestellt, so fällt beim Einlassen von Luft in die Flasche die Lunge zu einem dichten Gewebe zusammen. Es scheint mir dies die beste Methode, die Lunge künstlich atelektatisch zu machen.

Die Thiere wurden durch Chloroform bis zum Stillstand der Athmung betäubt, dann vom Blut entleert und alsdann wurde die Lunge von der Art. pulm. aus durch 0.6 procent. ClNa -Lösung vom Blut befreit. Die blutfreie Lunge wurde nun in der angegebenen Weise atelektatisch gemacht.

| | Muskel | Lunge | |
|---------|--------|-------|---|
| 1. Zeit | 14' | 79' | 1 gm. Substanz. 2 Cem. Blutlös. (2 Proc.) |
| 2. | 17' | 39' | Dasselbe. |

Es geht aus diesen Versuchen soviel hervor, dass das Reduktionsvermögen des Lungengewebes dem des Muskels weit nachsteht. Einen Zahlenwerth aus ihnen abzuleiten ist wegen der grossen Abweichung der Werthe nicht zulässig. Da die Lunge vorzugsweise elastisches Gewebe und Bindegewebe enthält, so nimmt die Langsamkeit der Reduktion in ihr wohl nicht Wunder. Lebhafter dürften dagegen die Epithelzellen der Schleimhaut an dem Vorgange betheiligte sein, und da diese in verschiedenen Zuständen des Absterbens sich befinden mögen, so ist darauf wohl die Abweichung der Werthe zurückzuführen.

Mit wenigen Worten möchte ich zum Schluss noch die Beziehung der erhaltenen Resultate zu denen berühren, welche Ehrlich*) aus seiner interessanten Versuchsmethode gewonnen hat. Da er insbesondere die Reduktion von eingeführten Farbstoffen *intra vitam* in den Geweben beobachtet hat, so kam es in diesen Versuchen nicht nur auf das Reduktionsvermögen derselben an, sondern auch auf die Menge des durch das Blut zugeführten Sauerstoffs. Diese Vorgänge sind daher viel komplizirter und bei weitem nicht so eindeutig als die von mir beobachteten. Der auffallendste Widerspruch zwischen meinen Ergebnissen und den seinigen scheint unter anderen der, dass er der Lunge und dem Fettgewebe**) eine eminente Reduktionskraft zuschreibt, da sie aus dem Alizarinblau *intra vitam* Alizarinweiss bilden, während sie nach unseren Versuchen das Oxyhämoglobin sehr langsam reduciren.

Aus obigem Grunde glaube ich indess, dass dieser Widerspruch nur ein scheinbarer ist, weil man aus den Resultaten von Ehrlich eben nicht direkt auf die Schnelligkeit der O-Zehrung in den verschiedenen Geweben schliessen kann.

*) Das Sauerstoffbedürfniss des Organismus. Berlin 1885.

**) Seite 119.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Halle](#)

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Bernstein Julius

Artikel/Article: [Ueber die Sauerstoffzehrung der Gewebe 213-244](#)