(Aus dem thierphysiologischen Laboratorium der landwirthschaftlichen
Akademie Poppelsdorf.)

Untersuchungen über den Einfluss einiger stickstoff- freier Substanzen, speciell des Alkohols, auf den thierischen Stoffwechsel.

Von

J. Wolfers

in Bonn.

Hierzu Tafel IV und V.

Unsere heutige Vorstellung über thierischen Stoffwechsel hat sich vor Allem aus der von Liebig begründeten Lehre von der Ernährung des thierischen Organismus entwickelt.

Das Thierleben, sagt derselbe¹⁾, ist abhängig von einer unaufhörlichen Aufsaugung von Sauerstoff, welcher in der Luft enthalten ist. Kein Thier kann ohne Luft, ohne Sauerstoff bestehen. In dem Athmungsprocesse wird eine gewisse Quantität Sauerstoff von dem Blute aufgenommen. Dieser und die Bestandtheile der Speisen üben in dem Organismus gewisse Wirkungen aufeinander aus, in deren Folge beide wieder verschwinden. Kein Theilchen des als Gas aufgenommenen Sauerstoffs bleibt nach Wiederherstellung des ursprünglichen Körpergewichts im Körper, sondern er tritt in Form von Kohlensäure oder Wasser wieder aus. Der Kohlenstoff und Wasserstoff, die sich hierbei mit Sauerstoff verbinden, werden von dem Organismus geliefert und da diese Elemente von den Speisen herkommen, so kann man sagen, dass in letzter Form alle Elemente der Nahrung, welche die Fähigkeit haben, sich mit Sauerstoff zu verbinden, im lebendigen Thierkörper in Sauerstoffverbindungen übergehen.

1) Justus von Liebig, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agri-
cultur und Physiologie. 9. Aufl. Braunschweig 1876. p. 152.

Präciser noch spricht er sich in seiner Thierchemie¹⁾ aus, wo es heisst, die Menge der zu geniessenden Speisen richtet sich nach der Menge der Pulsschläge und Athemzüge, nach der Temperatur der Luft und dem Wärmequantum, das wir nach Aussen abgeben.

Um die Ausarbeitung dieser von Liebig skizzirten Erkenntniss haben sich vor Allem Bidder und Schmidt, Bischoff, Voit und Pettenkofer verdient gemacht.

Bischoff und Voit²⁾ bezeichnen als die Factoren, welche die Grösse des Stoffwechsels bedingen:

- 1) Die Masse des Körpers an Fleisch und Fett.
- 2) Die Art und Menge der Nahrung.
- 3) Die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs.
- 4) Der Einfluss der Nerven.

Die wichtigste Umwandlung, welche diese Theorie in neuerer Zeit erlitten hat, beruht in der Erkenntniss der Thatsache, dass die Grösse des thierischen Stoffwechsels unabhängig ist von der Zufuhr an Sauerstoff, eine Erkenntniss, welche im Keime zwar bereits durch die Arbeiten von Lavoisier³⁾ gegeben war, aber im Laufe der Zeit wieder in Vergessenheit gerathen ist, zum Theil auch durch wenig exacte Experimente widerlegt schien⁴⁾.

Den Beweis, dass die Grösse der Oxydationsprocesse im Thierkörper innerhalb weiter Grenzen von der Sauerstoffzufuhr unabhängig ist, lieferten verschiedene Arbeiten von Pflüger⁵⁾ und

1) J. v. Liebig, Thierchemie, 3. Aufl., 1846, p. 17, 21, 23. — J. v. Liebig, Chemische Briefe, 1851, p. 364, 368, 370.

2) Th. L. W. Bischoff und Voit, Die Gesetze der Ernährung der Fleischfresser.

3) Oeuvres de Lavoisier, Paris 1862, T. II, p. 694. Premier memoire sur la respiration des animaux.

4) Vergl. die Versuche von Allen und Pepys, Philosophical transactions 1808, II, p. 280. „A larger proportion of carbonic acid gas is formed by the human subject from oxygen, than from atmospheric air.“

Bei genauer Durchsicht der Experimente dieser Autoren erkennt man leicht, dass dieser Satz, welcher lange Zeit in der Lehre von der Respiration den grössten Einfluss geübt hat und die Lehre von Lavoisier unterdrückte, der thatsächlichen Begründung entbehrt.

5) Dies. Archiv, Bd. VI, p. 43 und Bd. X, p. 251. Bd. VII, p. 579 Mittheilungen von Ewald.

seiner Schüler Dittmar Finkler¹⁾ und D. Finkler und Oertmann²⁾.

Selbstverständlich giebt es eine untere Grenze, bei der die ungenügende Zufuhr von Sauerstoff die Grösse des Stoffwechsels unter die Norm herabdrückt³⁾, wie es andererseits nach den Untersuchungen von P. Bert⁴⁾ eine obere Grenze der Sauerstoff-Dichte giebt, jenseits deren das Sauerstoffgas giftige Eigenschaften für den thierischen Organismus gewinnt.

Diese Giftigkeit des Sauerstoffs äussert sich jedoch nicht in vermehrtem, sondern in vermindertem Stoffwechsel und tritt bei einer Sauerstoff-Spannung von drei Atmosphären, also bei einer Spannung der Luft von fünfzehn Atmosphären ein.

Voit und Pettenkofer, welche anfangs der Sauerstoffzufuhr einen wesentlichen Einfluss auf die Grösse der Oxydation zugeschrieben hatten, kamen schliesslich auch zu der Ueberzeugung von der relativen Unabhängigkeit des thierischen Stoffwechsels von der Sauerstoff-Zufuhr⁵⁾. Sie statuirten dagegen einen ziemlich weitgehenden Einfluss der Nahrungsmittel auf die Oxydationsprocesse im Körper.

Zum Belege mögen hier einige Zahlen aus der Untersuchung über Respiration von Voit und Pettenkofer⁶⁾ Platz finden.

Es lieferte ein Hund von 31—33 kgr Gewicht in 24 Stunden an Kohlensäure:

1) Dittmar Finkler, Dies. Archiv. Bd. X. p. 368.

2) D. Finkler u. E. Oertmann, Dies. Archiv, Bd. XIV, p. 1 u. 38.

3) Dieser Aufsatz war längst geschrieben, als die Abhandlung von Kempner (Virchow's Archiv, 1882) erschien, welcher zufolge schon mässige Verminderung der Sauerstofftension unter den normalen Gehalt der Atmosphäre die Oxydation im Thierkörper merklich beschränkt.

4) Paul Bert, La pression barometrique. Paris 1878, p. 594, 764—814, 914.

5) In Bezug auf die Polemik zwischen Pflüger und Voit über die Priorität dieser Entdeckung vergleiche:

C. Voit, Zeitschr. für Biologie, Bd. XI, p. 536.

Dies. Archiv, Bd. XIV, p. 630.

C. Voit, Zeitschrift für Biologie, Bd. XIV, p. 57—60.

6) Annalen der Chemie u. Pharmacie, 1862, II. Supplementband, p. 52.

Bei Hunger	289—380 gr
Bei Ernährung mit	
1500 gr Fleisch	449—512 „
1800 „ „	656 „
2500 „ „	783 „
1800 „ „ + 350 gr Fett	840 „
1800 „ „ + 400 „ „	841 „

Analoge Resultate lieferten schon früher auch die Untersuchungen von Bidder¹⁾ und Schmidt.

Ein Kater producirt	
im Hungerzustande	0,679 gr
bei normaler Fleischnahrung	0,868 „
bei maximaler Fleischnahrung	1,364 „
eine andere Katze	
bei Fleischfütterung	1,702 „
bei Fettfütterung	1,500 „

Kohlensäure pro Stunde und pro kgr Körpergewicht.

Gegenüber diesen unzweifelhaft sehr starken Wirkungen der Nahrungsmittel auf die Grösse des thierischen Stoffwechsels, fehlte es bis heute fast gänzlich an einer näheren Erklärung und Analyse dieser Wirkung. — Zunächst ist nicht ausser Acht zu lassen, dass es sich sowohl bei Bidder und Schmidt, wie auch bei Pettenkofer und Voit um Durchführung derselben Diät während längerer Zeitperioden handelt, dass daher nicht nur die unmittelbare Wirkung der zugeführten Nahrungsstoffe, sondern auch die durch dieselben bewirkte Veränderung der Zusammensetzung des Körpers behufs Erklärung des veränderten Stoffwechsels in Betracht zu ziehen sind.

Was die directe Wirkung der Nahrungszufuhr betrifft, so haben von Mering und Zuntz²⁾ darauf hingewiesen, dass hier zwei Dinge stets auseinander gehalten werden müssen und zwar einerseits: die durch die Nahrungszufuhr bedingte Arbeit des Darmkanals und seiner Drüsen, sowie andererseits die Wirkung der in die Säftemasse aufgenommenen Substanzen.

1) Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Bidder u. Schmidt. Leipzig u. Mitau, p. 321—362.

2) N. Zuntz, Gesichtspunkte zum kritischen Studium auf dem Gebiete der Ernährung. Landwirthschaftliche Jahrbücher 1879, Bd. VIII, p. 117.

Zur Lösung der so aufgeworfenen Frage führten diese Forscher dieselbe Substanz einerseits direct, andererseits auf dem Wege durch die Verdauungsapparate dem Blute zu. Die im ersteren Falle etwa auftretende Veränderung der absoluten Grösse des Sauerstoffverbrauchs zeigt uns, in wie weit der Stoffwechsel der Thiere in seiner Grösse abhängig ist von der Menge des im Blute circulirenden zersetzbaren Materials.

Der Frage, ob der zugeführte Stoff selbst in grösserer oder geringerer Menge verbrannt und durch seine Verbrennung Körpermaterial gespart wird, lässt sich bei gleichzeitiger Bestimmung der Kohlensäureausscheidung und Sauerstoffaufnahme näher treten.

Es wechselt nämlich mit der Natur der verbrennenden Stoffe das Verhältniss, in welchem der zur Oxydation erforderliche Sauerstoff zu der dabei gebildeten Kohlensäure steht. Die klassischen Untersuchungen von Regnault und Reiset¹⁾ haben ergeben, dass dieses Verhältniss, welches von Pffüger „der respiratorische Quotient“ benannt worden ist, bei der Athmung der Thiere, wenn man einen längeren Zeitraum berücksichtigt, immer fast den Werth hat, welchen man aus der chemischen Natur des verdaulichen Theiles der Nahrungsmittel theoretisch berechnen kann.

Bei Berücksichtigung des respiratorischen Quotienten wird uns demgemäss die Möglichkeit gegeben, zu untersuchen, ob nach Einführung eines Stoffs in das Blut dieser der Verbrennung unterliegt. Die etwaige Veränderung der absoluten Grösse des Sauerstoff-Verbrauchs wird uns dagegen zeigen, in wie weit der Stoffwechsel der Thiere in seiner Grösse abhängig ist von der Menge des im Blut circulirenden zersetzbaren Materials.

Den letzten Theil dieser Frage haben Mering und Zuntz bereits dahin vorläufig entschieden, dass sowohl eine Reihe stickstofffreier Körper (milchsaures Natron, fettsaures Natron, Glycerin, Zucker) als auch die meisten Eiweissarten ohne nennenswerthen Einfluss auf den Sauerstoff-Verbrauch der Thiere sind.

Der scheinbare Widerspruch dieses Ergebnisses mit den oben citirten Resultaten der Respirationsversuche von Bidder u. Schmidt und Pettenkofer und Voit klärt sich auf durch die weiteren Befunde von Mering und Zuntz, die nach Einführung dieser

1) Regnault und Reiset, Liebig's Annalen 1850, p. 92 u. 257.

Stoffe in den Magen den Oxydationsprocess steigen sahen. Diese Steigerung wird von den genannten Autoren aus den Arbeitsleistungen, welche mit der Darmverdauung verknüpft sind, erklärt.

An diesem Ergebnisse knüpft meine nachfolgende Arbeit unmittelbar an. Ihre Aufgabe ist, weiteres, thatsächliches Material zur Feststellung des wichtigen Satzes von der Unabhängigkeit der thierischen Oxydation von dem jeweiligen Vorrath des Bluts an oxydirbaren Materien zu liefern und zugleich durch genaue Berücksichtigung des respiratorischen Quotienten darzuthun, in wie weit einzelne, dem Blute beigemengte Stoffe vor den Bestandtheilen des Körpers und diese also sparend, der Oxydation unterliegen.

Zur Lösung dieser Aufgabe kam es darauf an, eine Methode der Art auszubilden, dass die Grösse des Sauerstoff-Verbrauchs und der Kohlensäure-Bildung für kürzere Zeiträume mit grosser Schärfe gemessen werden konnte, dass ferner diese Factoren des Stoffwechsels während der ganzen Versuchszeit, sofern nicht die Versuchsbedingungen Anderes herbeiführten, möglichst constant blieben.

v. Mering und Zuntz hatten bei ihren vorstehend erwähnten Versuchen sich des von Röhrig und Zuntz ¹⁾ angewandten, später im Pflüger'schen Laboratorium ²⁾ mehrfach verbesserten Apparats bedient. Wir benutzten einen nach denselben Principien gebauten Apparat, an dem jedoch einige nicht unwesentliche Verbesserungen angebracht waren.

Als Versuchsthiere dienten uns, ebenso wie unsern Vorgängern bei Benutzung des gleichen Apparats, Kaninchen von mittlerer Grösse, im Gewicht von 1,5—2 kgr. Die Dauer eines jeden Versuchs war auf 15—20 Minuten festgesetzt, während welcher Zeit die Thiere Sauerstoff aus einem Spirometer athmen, dessen Inhalt durch Ausmessen mit bekannten Mengen destillirten Wassers genau ermittelt worden. Da ein Kaninchen in der angegebenen Zeit von 15 Min. 200—350 cem Sauerstoff bedarf, so wurden zur Aufnahme des der Athmung dienenden Sauerstoffs Cylinder von ca. 800 cem Inhalt gewählt und diesem Verhältniss entsprechend auch die übrigen Theile des Respirationsapparats construirt.

1) Dies. Archiv, Bd. IV, p. 83.

2) Ebenda, Bd. XIV, p. 39.

Letzterer zeichnet sich, wie aus der anliegenden Tafel hervorgeht, durch möglichste Einfachheit aus. Die Leichtigkeit und Sicherheit des Ganges macht es möglich, den zur Athmung verbrauchten Sauerstoff nach einem jeden einzelnen Versuche bis auf minimale Fehler zu bestimmen ¹⁾.

Die mancherlei Veränderungen in der Construction und Zusammensetzung der verschiedenen Theile unseres Apparats, der sich im Laufe zahlreicher Versuche auf das Beste bewährt hat, wird die hier folgende Beschreibung desselben ergeben. Eine wesentliche Vervollkommnung erfuhr derselbe dadurch, dass sämtliche Theile des Apparats nebst Röhrenleitungen, so weit wie solches thunlich, aus Glas hergestellt sind, um auf diese Weise die grösstmögliche Dichte zu erzielen. Nur zu den nothwendigen Verbindungen der einzelnen Theile des Apparats, sowie ferner, um die erforderlichen Verschlüsse durch Quetschhähne bewirken zu können, sind kürzere Abschnitte von Kautschuckröhren benutzt worden.

Zur Erläuterung der beigelegten Abbildung sei Folgendes erwähnt.

Die Leitungsröhren zweier Spirometer I und II sind an ihren Enden, unmittelbar vor der Tracheal-Canüle a durch ein Dreizackrohr und ein T-förmiges Rohr in der Weise verbunden, dass es durch die Quetschhähne q^1 und q^2 ermöglicht wird, das Versuchsthier abwechselnd an dem einen oder andern Spirometer athmen zu lassen, ohne dass eine Unterbrechung in der Zuführung von Sauerstoff aus den letzteren eintritt.

Eine Beimengung von Expirationsluft zur Inspirationsluft kann nur in minimaler Menge stattfinden, da das für in- und expirirte Luft gemeinschaftliche Endstück o der Leitung kaum einen Cubikcentimeter Capacität hat.

Die unten offenen Cylinder C , welche zur Aufnahme des der Athmung dienenden Sauerstoffs bestimmt sind, tauchen in Quecksilber, welches die äusseren, weiteren Cylinder B , die oben offen sind, bis auf etwa 10 cm von ihrem oberen Rande erfüllt. Die letzteren werden in dem aus Holz gearbeiteten Untersatz D befestigt. Durch den Boden der Cylinder führt ein Rohr b , welches 6—7 cm über den oberen Rand derselben hinausragt. Die Höhe der äusseren Cylinder beträgt 58 cm, deren Weite 6,5 cm, die Höhe

1) Nach vorgenommener Calibrirung beträgt der Inhalt eines jeden der beiden benutzten Spirometer des Respirationsapparates:

a)	Inhalt der Cylinder	800 ccm
b)	„ „ beiden Ventile	246 „
c)	„ „ Rohrleitungen	200 „

Summa 1254 ccm

der inneren 60 cm, ihre Weite 5,5 cm. An ihrem oberen Ende laufen diese inneren Cylinder in ein gebogenes Rohr aus, welches während der Dauer der Versuche luftdicht geschlossen ist, bei Installirung des Apparats, behufs genauer Calibrirung der Cylinder, aber offen ist. An der äusseren Fläche der letzteren ist eine in halbe Millimeter getheilte Scala eingätzt, durch welche es ermöglicht wird den Inhalt der Cylinder vor und nach einem jeden Versuche auf Grund einer zu diesem Zwecke angefertigten Tabelle direct zu bestimmen.

Die Füllung der Cylinder mit Sauerstoff erfolgt aus einem neben dem Apparat aufgestellten Gasometer durch die Zuleitungsröhren *d*, aus welchen das Gas in die Röhren *c* gelangt. Diese werden, nachdem genügend Sauerstoff in die Cylinder getreten, durch den eingeschlifenen Glaskrahn *E* abgesperrt.

Um den Gang der Cylinder zu reguliren, dieselben bei ihrer jedesmaligen Füllung oder Entleerung zu heben oder zu senken, ist an ihren oberen gebogenen Enden eine Schnur befestigt, welche über Rollen laufend, die Cylinder durch Gegenwichte in der Schwebe hält. Diese Vorrichtung allein würde aber zu dem bezeichneten Zwecke nicht genügen und wird die Selbst-äquilibrirung der Cylinder nach Pflüger's Angabe dadurch erreicht, dass über denselben ein mit Quecksilber gefüllter Aufsatz angebracht ist. Das Quecksilber communicirt durch ein Glasrohr und Gummischlauch *s* mit der verticalen Röhre *t*, welche gleichfalls mit Quecksilber angefüllt ist und zwar so, dass wenn sich der Cylinder in Folge des Sauerstoffverbrauchs tiefer senkt, gerade so viel Quecksilber aus dem Aequilibrationsrohr nach dem Aufsatze des Cylinders abfließt, dass dieser durch den Zufluss des Quecksilbers so viel an Gewicht gewinnt, als der Auftrieb durch das tiefere Einsenken in Quecksilber vermehrt worden ist. Ebenso fließt beim Wiederfüllen der Cylinder mit Sauerstoff so viel Quecksilber durch die heberartige Wirkung des Aequilibrationsrohrs ab, als nothwendig, damit das Gewicht des Cylinders unverändert bleibe, also die Luft in ihm immer unter Atmosphärendruck sei. Sobald die Athmung an dem Apparate beginnt, strömt der Sauerstoff aus dem Cylinder *C* durch das Rohr *b*, *c*, *e* in das Inspirationsventil *V*, welches so weit mit Natronlauge gefüllt ist, dass das absteigende Rohr *e* 2--3 mm unter das Niveau derselben reicht. Sämmtlicher Sauerstoff muss daher die Lauge passiren, ehe er durch die Rohrleitung *f* zu dem bei *a* befindlichen Versuchsthiere gelangt.

Die von diesem expirirte Luft wird von der Leitung *g* nach dem Expirationsventile *V'* geführt, welches gleichfalls so weit mit Natronlauge gefüllt ist, dass das absteigende Rohr *g* 2--3 mm unter das Niveau derselben reicht. Nachdem diese Luft, durch die Lauge strömend, ihrer Kohlensäure entledigt worden, wird sie durch die Rohrleitung *h c b* wieder dem Cylinder *C* zugeführt.

Die Verbindung des Versuchsthiers mit dem Apparate erfolgt durch die Tracheal-Canüle *a*, welche in die Trachea fest eingebunden wird. Diese

Canüle steht, wie oben bereits erwähnt worden, mittelst kurzer Gummischläuche mit den Leitungsröhren der Spirometer in Verbindung.

Die Cylinder werden vor Beginn eines jeden Versuchs mit Sauerstoff, die Ventile mit Natronlauge gefüllt.

Die letztere fliesst durch die am unteren Theile der Ventile befindlichen Röhren, welche mittelst dünner Gummischläuche (die durch Quetschhähne geöffnet und geschlossen werden) mit den Laugeflaschen in Verbindung stehen, in die Ventile ein.

Bei Beendigung der einzelnen Versuche wird die Lauge aus beiden Ventilen eines Spirometers durch die Röhren *r*, nach Oeffnung der daselbst befindlichen Quetschhähne, in eine untergestellte Flasche entleert und werden darauf die Ventile mit gekochtem, destillirtem Wasser je zwei Mal nachgespült. Dieses wird ähnlich der Lauge durch besondere Röhren von unten her in dieselben eingelassen und alsdann, da es Reste der Lauge enthält, mit der vorher erhaltenen vereinigt und zur Bestimmung der von den Versuchsthieren producirt Kohlensäure benutzt. Um die zweimalige Füllung und Entleerung der Ventile leicht bewirken zu können, ist in der Rohrleitung ein T-förmiges Stück *i* eingeschaltet, von welchem die unter Wasser mündende Nebenleitung *k* abgeht, durch die Sauerstoff entlassen werden kann, falls der Druck des Gases im Innern der Ventile so gross ist, dass das Einfließen von Wasser in dieselben behindert werden sollte. Ebenso hat diese Nebenleitung den Zweck, den nach mehreren Versuchen im Innern der Spirometer restirenden Sauerstoff zu entfernen, um der Beladung der Athemluft mit flüchtigen Exhalationen des Thierkörpers vorzubeugen.

Nachdem somit der Apparat in seinen einzelnen Theilen und deren Benutzung erläutert worden, wird die Art und Weise seiner Function leicht verständlich sein. Bis zum Beginn des Versuchs athmet das Thier atmosphärische Luft, zu welchem Zwecke die Nebenleitung *m* vorhanden ist. Sobald der Versuch beginnt, werden die Quetschhähne q^1 und q^2 eines Spirometers geöffnet, im selbigen Augenblicke der der Nebenleitung *m* geschlossen, so dass sofort die Athmung von Sauerstoff aus dem Cylinder erfolgt, dessen Stand vorher nebst dem des Thermometers und des Barometers abgelesen war.

Entsprechend dem Consum an Sauerstoff sinkt der Cylinder mit jedem Athemzuge des Thiers tiefer in die Quecksilbermasse des äusseren Cylinders.

Soll der Versuch beendet werden, so werden mit dem Einschlagen der Secunde die Quetschhähne geschlossen, die correspondirenden am andern Spirometer geöffnet, so dass die Athmung ohne jegliche Störung aus diesem vor sich gehen kann. Alsdann wird der Cylinder des ausser Benutzung gesetzten Spirometers einige Male vorsichtig auf und niederbewegt, damit das in demselben zurückgebliebene Gasgemenge durch die Ventile circulire und etwa noch vorhandene Spuren von Kohlensäure durch die Lauge absorbirt werden. Indess ist die nachträglich absorbirte Menge von Kohlensäure eine sehr geringe, da die Lauge ihren Zweck beim Durchströmen der Athemluft sehr vollständig erfüllt.

Nachdem sich das Quecksilber im innern Cylinder in ein gleiches Niveau mit dem des äussern gestellt hat, wird der Stand desselben abgelesen. Die Differenz der auf 0° und 760 mm Quecksilberhöhe reducirten Gasvolumina gibt den Verbrauch an Sauerstoff direct an. Wird bei Beendigung der Versuche darauf geachtet, dass das Schliessen der Quetschhähne stets in der gleichen Athemphase, etwa am Schlusse der Expiration erfolgt¹⁾, so ist die Bestimmung des Verbrauchs an Sauerstoff eine durchaus exacte, andernfalls können Fehler um den Werth eines Athemzuges, bei einem Kaninchen von 6—10 ccm unterlaufen, oder bei einem Verbrauch von 200—300 ccm pro 15 Minuten, von 2—5 Procent, wie solches von Zuntz²⁾ ausführlich dargelegt worden.

Nach Ablesung des Standes des Quecksilberniveaus wird die Lauge aus den Ventilen entleert und letztere nach Reinigung mit Wasser, wiederum mit der nothwendigen Menge von Lauge versehen, der Cylinder mit Sauerstoff gefüllt, dessen Volumen in der angegebenen Weise bestimmt wird.

Die hier beschriebenen Manipulationen erfordern bei einiger Uebung etwa 8—10 Minuten Zeit. Da jeder Versuch in der Regel 15 Minuten andauert, so sind die Spirometer stets zum Gebrauch vorgerichtet, wenn der im Gange befindliche Versuch an dem andern Spirometer beendet wird, ohne dass das Versuchsthier in der Athmung von Sauerstoff unterbrochen oder bei Umstellung der Leitung des Apparats irgendwie belästigt oder irritirt wird.

Um den Apparat auf seinen hermetischen Verschluss zu prüfen, blieb derselbe mehrere Mal, mit Sauerstoff gefüllten Cylindern, 24 Stunden hindurch unter erhöhtem Druck stehen; es ergab sich hierbei kein Verlust an Sauerstoff.

Ferner wurden zu demselben Zwecke die Cylinder mit Sauerstoff gefüllt und an der Tracheal-Canüle ein Kautschuckballon von ca. 60 ccm Inhalt befestigt. Alsdann wurde mit letzterem lange Zeit hindurch der Apparat ventilirt und es ergab sich nach 10 Stunden nur eine Differenz von 0,35 cm Cylinderhöhe oder von 4,8 ccm Sauerstoff³⁾.

1) Es ist dies bei unserer Versuchsanordnung leicht zu erreichen, wenn man in jeder Hand einen Quetschhahn zum Einschnappen bereit hält und den der Inspirationsleitung in dem Augenblicke, wo die Blasen durch das Expirationsventil zu perlen beginnen, den der Expirationsleitung eine Secunde später schliesst.

2) Dies. Archiv, Bd. IV, p. 61—62.

3) Prüfung des Respirationsapparates auf seine Dichte durch Ventilation. Stand des Spirometers II vor der Ventilation mit dem an der Tracheal-Canüle befestigten Gummiballon.

	42,95	Temp. 22,4°
Nach 75 Ventilationen	42,80	„ „
„ 15 Minuten	42,70	„ 22,5°

Da der Inhalt eines Spirometers inclusive Ventilen und Röhrenleitung 1200 ccm beträgt, so würde jener Verlust kaum 0,4 Procent betragen. Aehnliche minimale Verluste wurden bei früheren und späteren Control-Versuchen constatirt. Eine andere wichtige Frage war die, ob die in den Ventilen befindliche Lauge fähig sei, die Absorption der Kohlensäure aus der, der Athmung dienenden Luft vollständig zu bewirken, oder ob es erforderlich sei zu diesem Zwecke, anstatt der zwei vorhandenen, vier Ventile einzuschalten.

Die zu diesem Behufe vorgenommenen Controlversuche lieferten indess durchaus befriedigende Resultate, so dass eine Vermehrung der Ventile unnöthig befunden wurde ¹⁾.

Nach 50 Ventilationen	42,70	Temp.	22,5 ⁰
„ zahlreichen Ventilationen	42,70	„	„
„ 45 Minuten	42,70	„	„
„ vielen Ventilationen	42,60	„	22,4 ⁰
„ 30 Minuten. 40 Ventilationen	42,60	„	„
„ 4 Stunden 40 Ventilationen	42,60	„	„
„ 2 „ 40 „	42,60	„	„
„ $\frac{3}{4}$ „ 40 „	42,60	„	„
„ 2 „	42,60	„	„
„ 40 Ventilationen	42,60	„	„

1) Zur Ermittlung des etwaigen Gehalts der Luft des Apparats an Kohlensäure wird nach Beendigung einer Versuchs-Serie der im Cylinder verbliebene Rest an Sauerstoff und exhalirter Luft durch das Inspirationsventil hindurch, durch einen Liebig'schen Kugelapparat geleitet, der 10 ccm titrirtes Barytwasser enthält.

Vor der Durchleitung stand der Spirometer auf: 31,25 = 955,72 ccm
nach der Durchleitung: 6,50 = 572,62 „

mithin durchgeleitetes Gas: = 383,20 ccm

Die 10 ccm Barytwasser sind vorher äquivalent

38,6 ccm Kohlensäure

nach Durchleitung 36,76 „ „

Es sind also

1,84 ccm Kohlensäure

noch in obigen 383,20 ccm Luft enthalten gewesen oder 0,48 Procent.

Eine andere Methode der Controlle ergab ein gleiches Resultat. Nach Beendigung der Versuche am 26. Juli wurde an Spirometer I, ehe die Lauge des letzten Versuchs aus den Ventilen entleert worden, mit einem Kautschukballon ventilirt. $\frac{1}{4}$ Stunde nach Ende des Versuchs stand der Spirometer I auf 35,0 cm

Nach 160 Ventilationen 34,9 „

Mithin war im Apparat an Kohlensäure zurückgeblieben resp. nachträglich absorbirt worden 0,1 cm, welche einem Werthe von 1,556 ccm Kohlensäure entsprechen.

Zur Absorption der Kohlensäure wurde eine von Kohlensäure möglichst befreite Natronlauge benutzt, welche sich in einem luftdicht geschlossenen, grösseren Glasgefässe befand, aus dem sie mittelst einer Hebevorrichtung in die zur Füllung der Ventile dienenden, kleineren Flaschen übergeführt wurde. Die an Stelle der abgeheberten Lauge einströmende Luft, wurde vor ihrem Eintritt in den Behälter durch einen Aufsatz geleitet, welcher Natronkalk enthält, und so von ihrem etwaigen Gehalt an Kohlensäure befreit.

Die von Kohlensäure freie Natronlauge bereitete ich aus käuflicher, indem ich die Kohlensäure durch einen geringen Ueberschuss von Chlorbaryum aus ihr ausfällte und letzteren durch einen kleinen Ueberschuss von schwefelsaurem Natron entfernte.

Da es trotz dieser Vorsichtsmassregel nicht immer gelang eine absolut kohlenstofffreie Lauge zu verwenden, so wurde vor den Versuchen der Gehalt der Lauge an Kohlensäure nach der gleich zu beschreibenden Methode geprüft und ergab sich hierbei in Folge häufiger Untersuchungen ein Gehalt von 0,5—2,26 Vol. Procente Kohlensäure, welcher Werth von dem zu bestimmenden resp. gefundenen Gehalt entsprechend in Abzug gebracht wird¹⁾.

Berücksichtigt man, dass am Schlusse zahlreicher Versuche diese minimale Menge vorhanden, so darf der Fehler unbeachtet bleiben und die Absorption als vollkommen angesehen werden, um so mehr als die bei der Ventilation beobachtete Volumverminderung des Gases noch geringer ist, als die bei der Controle der Dichte des Apparates (vgl. p. 231, Anm. 3) beobachtete; möglicherweise ist also die beobachtete Contraction um 0,1 cm noch nicht einmal auf Kohlensäureabsorption zu beziehen.

1) Zusammenstellung von drei Versuchen über den Kohlensäure-Gehalt der Lauge berechnet auf 10 ccm der Lauge.

Der Alkali-Gehalt der Lauge ausgedrückt durch sein Aequivalent an Kohlensäure, gemessen in ccm bei 0° und 760 mm.

Menge der benutzten Lauge.	Ursprüngliches Alkali.	Nach Ausfällung mit Chlorbaryum.	Kohlensäure-Gehalt.
1. 10 ccm	315,10	309,79	5,31
2. 20 „	314,50	309,70	4,80
3. 30 „	317,70	308,33	9,37
			19,480

Das Mittel der drei Versuche 6,49. .

auf 1897,8 Kohlensäure-Aequivalent beträgt der scheinbare Kohlensäure-Gehalt 43,01 ccm; auf 100 ccm Kohlensäure-Aequivalent der Lauge ist also von dem gefundenen Werthe 2,26 ccm Kohlensäure in Abzug zu bringen.

Die von den Versuchsthieren producirte Kohlensäure wurde dem Gesagten zufolge durch die Natronlauge in den Ventilen gebunden.

Zu ihrer Bestimmung wählte ich, auf Vorschlag von Zuntz, für unsere sehr zahlreichen Kohlensäure-Bestimmungen ein Verfahren, das sich durch viele Controllversuche als gut und zuverlässig erwiesen hatte, nebenbei aber auch ein verhältnissmässig schnelles Arbeiten gestattet. So waren wir in der günstigen Lage den Versuchsserien unmittelbar die Bestimmung der Kohlensäure folgen zu lassen und konnte sich der Kohlensäuregehalt nicht ändern, wie solches bei längerem Aufbewahren der mit Lauge gefüllten, zugestöpselten Flaschen immerhin zu befürchten wäre.

Die Kohlensäure wird bei dem von uns gewählten Verfahren nicht direct bestimmt. Die Methode beruht darauf, die Alkalität der Lauge, welche die von den Versuchsthieren producirte Kohlensäure gebunden enthält, vor und nach Fällung der Kohlensäure mittelst Chlorbaryum-Lösung durch eine Normalsäure zu bestimmen.

Die sich hierbei ergebende Differenz zwischen beiden Bestimmungen zeigt den Gehalt an Kohlensäure an.

Der Gang der Operation ist folgender. Bei Beendigung eines jeden Versuches wird die Lauge und das Wasser, welches zum Nachspülen der Ventile benutzt wurde, aus den letzteren direct in Maassflaschen von 200 cem Inhalt entleert und werden diese bei Schluss der Versuche bis zur Marke mit destillirtem Wasser aufgefüllt. Die Maassflaschen werden durch gute Pfropfen geschlossen, ihr Inhalt mehrere Mal geschüttelt und bleiben dieselben alsdann bis zum folgenden Tage stehen, damit die Mischung ihres Inhalts eine vollständige werde.

Bei dem weiteren Verfahren werden aus den Maassflaschen mittelst einer Pipette 20—25 cem entnommen und der Gehalt dieser Lauge an Alkali durch eine titrirte Chlorwasserstoffsäure ermittelt.

Hierbei wird in der Weise operirt, dass der Zusatz der Säure aus der Maassbürette zu der in einer Porcellanschale befindlichen Natronlauge zuerst nur bis nahe an die neutrale Reaction erfolgt, damit bei dem darauf folgenden Kochen der Masse keine Chlorwasserstoffsäure verflüchtigt wird. Nachdem die Flüssigkeit 1—1½ Minuten gekocht hat, wird weitere Chlorwasserstoffsäure bis zur sauern Reaction zugesetzt. Ist hierbei ein Ueberschuss von Säure eingeflossen, so wird mittelst Barytwasser zurücktitrirt.

Die verbrauchte Menge Säure zeigt die Alkalität der geprüften 20—25 cem Lauge an und diese Zahl mit 10 resp. 8 multiplicirt entspricht der Summe der Alkalität der zu dem betreffenden Versuche benutzten Lauge.

Nach dem Abheben der 20 resp. 25 cem Lauge (je nachdem ein Versuch kürzere oder längere Zeit gedauert hat) wird zu dem Rest für das entnommene Quantum ein gleiches Volumen Chlorbaryum-Lösung zugesetzt, so dass die Maassflasche wiederum bis zur Marke gefüllt ist. Die Flasche bleibt so viel wie möglich geschlossen, ihr Inhalt wird mehrere Male durch einander geschüttelt und bleibt sie alsdann 24 Stunden zum Absetzen des entstandenen Niederschlags von kohlen-saurem Baryt ruhig stehen.

Von der über dem Niederschlage befindlichen klaren Flüssigkeit werden nach Ablauf der angegebenen 24 Stunden mittelst Pipette wiederum 20 resp. 25 cem abgehebert und der Restgehalt an Alkali in diesem Theile ermittelt.

Die erhaltene Zahl mit 10 resp. 8 multiplicirt, zuzüglich $\frac{1}{9}$ resp. $\frac{1}{7}$ dieser Summe für die das erste Mal abgeheberten Cubiccentimeter Lauge, entspricht der noch vorhandenen Alkalität der gesammten Lauge, welche zu dem Versuche Verwendung fand.

Aus dem Unterschiede zwischen dem ersten und zweiten Product resultirt die Menge Kohlensäure, welche während des Versuchs durch die Lauge absorbirt worden, oder mit andern Worten die von dem Thiere während des Versuchs producirt Kohlensäure ¹⁾.

1) Die nachstehenden Zahlen mögen das bisher Gesagte näher erläutern. Ermittlung des Gehalts an Kohlensäure in einem Versuche von 15 Minuten Dauer.

a. 25 cem ursprüngliche Lauge aequivaliren 36,75 cem Chlorwasserstoffsäure, diese 73,50 cem Kohlensäure, mithin 200 cem ursprüngliche Lauge aequival. = 588,0 cem Kohlensäure, 25 cem mit Chlorbaryum-Lösung versetzte Lauge aequival. = 17,6 cem Chlorwasserstoffsäure, diese aequival. = 35,20 cem Kohlensäure.

200 cem dieser Lauge also aequival. 281,60 cem Kohlensäure

zuzüglich $\frac{1}{7}$ für obige 25 cem = 40,23 „ „

mithin 321,83 cem Kohlensäure.

Von obigen 588,0 cem sind also diese

321,83 „ abzuziehen.

Es verbleiben 266,17 cem Kohlensäuregehalt der Lauge.

Zahlreiche Controll-Analysen bürgen für die Güte der Methode ¹⁾.
Die zu unsern Versuchen benutzten Thiere wurden stets, so

b. 25 ccm ursprüngliche Lauge aequivaliren 29,7 ccm Chlorwasserstoffsäure, diese = 59,4 ccm Kohlensäure, mithin 200 ccm ursprüngliche Lauge aequival. = 475,2 ccm Kohlensäure, 25 ccm mit Chlorbaryum-Lösung versetzte Lauge aequival. = 17,15 ccm Chlorwasserstoffsäure, diese = 34,30 ccm Kohlensäure, mithin

200 ccm dieser Lauge aequival. = 274,40 ccm Kohlensäure
zuzüglich für 25 ccm $\frac{1}{7}$ = 39,20 „ „
oder in Summa 313,60 ccm Kohlensäure.

Von obigen 475,20 ccm diese letzte Summe

313,60 „ so ergibt sich

161,60 ccm Kohlensäure als Gehalt der Lauge.

Da im letzteren Falle die zur Füllung der Ventile benutzte Lauge aber nicht ganz frei von Kohlensäure war, sondern 0,8 ccm auf 100 ccm Kohlensäureaequivalent enthielt, so vermindert sich der gefundene Werth um $0,8 \cdot 475,20 = 3,80$ ccm Kohlensäure als ursprünglicher Gehalt der Lauge.

1) Controll-Analysen zur Prüfung der Kohlensäure-Bestimmungsmethode durch Absorption gemessener Mengen Kohlensäure.

Spirometer II wird mit Kohlensäure gefüllt, welche aus Kreide durch Aufgiessen von concentrirter Schwefelsäure dargestellt worden (nach Bunsen).

Damit durch die in den Ventilen befindliche Lauge keine zu frühzeitige Absorption von Kohlensäure, d. h. vor erfolgter Feststellung des Volumens der im Cylinder befindlichen, vor sich gehen kann, so wird bis nach Ablesung des Cylinder-Standes die Rohrleitung bei 6 durch eine Holzklemme vor den Ventilen abgesperrt.

Mengen der eingelassenen Kohlensäure laut Kalibrirungs-Tabelle.

1.	498,85 ccm	Temperatur	10,2°	Barometer	74,85 ccm.
2.	481,65 „	„	11,2°	„	74,85 „
3.	549,22 „	„	22,8°	„	75,98 „
4.	530,47 „	„	23,2°	„	75,98 „
5.	603,63 „	„	23,5°	„	75,95 „

Red. auf 0° und 760 mm.; gefunden
durch

Gasometrische Berechnung. Titrirung der Lauge.

1.	466,91 ccm	472,45 ccm
2.	448,93 „	445,70 „
3.	490,85 „	492,20 „
4.	473,45 „	477,40 „
5.	537,64 „	542,80 „
	2417,64 ccm	2430,55 ccm.

Mithin Differenz in obigen fünf Kohlensäure-Bestimmungen 12,91 ccm oder ein 0,5 Procent zu hoher Werth durch die Titrirung.

weit dieses thunlich, in gleicher Weise vorbereitet. Sollten hungernde Thiere verwendet werden, so wurden dieselben 24—48 Stunden isolirt in einem Holzkasten aufbewahrt, der sich im Laboratorium befand, anderen Falls verblieben dieselben bis kurze Zeit vor den Versuchen im Stalle und erhielten das gewohnte Futter, aus Zuckerrüben, Möhren, Hafer, Brod, etwas Heu und Stroh bestehend.

Beim Beginn der Versuche wird das Körpergewicht der Thiere festgestellt, dieselben alsdann auf dem Kaninchenhalter befestigt, die Luftröhre, sowie ein Ast der Vena jugularis externa oder die Speiseröhre freigelegt, je nachdem die Injection später im Verlaufe der Versuche in die Vene oder in den Magen erfolgen soll.

Findet die Injection in die Vene statt, so wird das periphere Ende derselben unterbunden und das durch eine Klemme geschlossene, centrale, behufs späterer Injection mit einer Canüle versehen, welche mit der zu injicirenden Lösung gefüllt ist und durch einen längeren Gummischlauch mit einer dieselbe Flüssigkeit enthaltenden Bürette communicirt.

In etwas veränderter Weise wird bei Einführung der Injections-Canüle in die Speiseröhre verfahren; wir müssen es uns vorbehalten im Laufe dieser Darstellung hierauf zurückzukommen.

Nach den angegebenen Vorbereitungen wird die Tracheotomie vollzogen, die Tracheal-Canüle des Respirationsapparates fest in die Luftröhre eingebunden und athmet das Thier bis auf Weiteres durch die Nebenleitung Luft.

Ist die Verbindung mit dem Apparat hergestellt, so wird das Thier nebst Halter, auf dem es befestigt worden, in ein warmes Wasserbad gesenkt, so dass nur der untere Theil des Kopfes und Halses aus diesem hervorragt.

Die Einsenkung des Thiers in ein mit grosser Sorgfalt bei constanter Temperatur erhaltenes Wasserbad hat den Zweck, den Einfluss der umgebenden Temperatur auf den Stoffwechsel zu eliminiren und so diesen letzteren möglichst gleichmässig zu machen. Wie gut dieses gelungen, lehrt eine Durchsicht der Versuchsreihen.

Schliesslich sei auch nicht unerwähnt, dass dem Badewasser stets pro Liter Wasser 6 gr Chlornatrium zugesetzt wurde, welcher Zusatz den Zweck hat, den durch den längeren Aufenthalt im warmen Bade hervorgebrachten Reiz auf die Haut zu vermeiden.

Wir lassen nun eine Uebersicht der einzelnen Versuche folgen. Wie dieses bereits an anderer Stelle ausführlich erörtert worden, hatten sie den doppelten Zweck, einmal die von Mering und Zuntz beobachtete Constanz des Sauerstoff-Verbrauchs bei Zufuhr von stickstofffreier Substanz, direct in das Blut, zu prüfen und dann zweitens zu ermitteln, wie weit sich der respiratorische Quotient, unter dem Einfluss der dem Blut beigemischten Körper ändert.

Als Injections-Substanzen benutzten wir:

1. Traubenzucker.
2. Rohrzucker.
3. Dextrin.
4. Milchsäures Natron.
5. Alkohol.

Letzteren bei einer grösseren Anzahl von Versuchen.

Versuche am 26. Juli 1880.

Injection von Traubenzucker bei kurze Zeit hungern-
dem Thiere in das Blut.

Ein weibliches Kaninchen, welches 22 Stunden vor dem Versuche gehungert hat, wurde als Versuchsthier benutzt. Dasselbe wurde Vormittags 9 Uhr auf dem Halter befestigt und präparirt. In Folge seiner kurzen Schneidezähne hielt der Knebel des Halters den Kopf des Thieres nicht genügend fest und musste daher wiederholt befestigt werden.

Das auf 34,8° abgekühlte Thier wurde alsdann in das 37° warme Wasserbad gesenkt, in welchem sich dasselbe schnell erwärmt.

Vor dem Einsenken in das Bad wurde der Urin des Thiers entleert und reagirte derselbe sauer.

Zur Injection in die Halsvene wurde eine fünfprocentige Lösung von Traubenzucker benutzt. Letzterer war aus käuflichem Traubenzucker dargestellt, indem er wiederholt aus heissem Alkohol umkrystallisirt wurde.

Die in den folgenden Tabellen gegebenen Zahlen für die Temperatur des Wassers und des Thiers, sowie für die Respirationsfrequenz sind das Mittel aus mehreren Ablesungen während eines viertelstündigen Versuches.

Die Temperatur des Thiers wurde bei dem hier zunächst folgenden Versuche im Rectum gemessen. Durch das längere Verweilen des Thermometers in demselben, sowie durch das häufigere Herausnehmen und Einführen wurde aber ein nicht unerheblicher Reiz auf das Thier ausgeübt und zogen wir daher bei den späteren Versuchen vor, die Temperatur der Versuchsthiere nach der des Badewassers festzustellen, nachdem wir uns genügend überzeugt hatten, dass bei gleichmässiger Temperatur des letzteren auch die des Versuchsthiere eine gleiche blieb. Durchschnittlich war die Temperatur des Thiers 0,7—0,9^o höher als die des Badewassers.

Zusammenstellung der Versuche am 26. Juli 1880.

Tabelle I.

Nummer.	Ver- suchs- Dauer. Min.	Temperatur.		Anzahl der		O-Verbrauch red. auf 0 ^o und 760 mm pr. 15 Min.	CO ₂ -Production per 15 Min.	Respiratorischer Quotient.	Bemerkungen.
		Wasser.	Thier.	Respiration. per Min.	com injicirt. Lösung.				
1	20	37,2	34,9	72		192,40	172,35	0,895	In den letzten Secunden des Vers. Zappelerei des Thieres.
2	15	37,2	36,4	76		217,15	201,35	0,926	
3	15	37,7	36,7	78		203,40	170,05	0,832	Etwas Unruhe.
4	15	37,5	37,1	72		211,10	189,10	0,896	
5	15	37,4	38,2	62		219,85	217,55	0,989	
6	15	37,5	38,2	58		209,70	188,70	0,899	
						1253,60	1139,10	0,908	
7	15	37,5	38,4	60	3,0	225,90	195,75	0,867	Wenig Unruhe. Am Ende des Vers. u. zu Anfang von Nr. 10 wiederholte stärk. Bewegung.
8	15	37,5	38,4	60	4,3	231,80	211,45	0,912	
9	15	37,6	38,5	60	2,9	219,50	201,30	0,917	
10	15	37,6	38,5	60	3,4	236,70	235,30	0,994	Am Schlusse dieses Versuchs einige leichte Bewegungen.
11	15	37,6	38,5	56	3,8	220,40	186,10	0,844	
12	15	37,6	38,4	56	4,6	236,75	184,70	0,780	
13	15	37,7	38,4	56	3,5	216,75	200,90	0,927	Gegen Ende stärk. Zappelerei.
14	15	37,6	38,4	48	3,7	199,40	174,60	0,876	
15	15	37,6	38,4	52	2,3	224,25	198,75	0,887	
16	15	37,6	38,4	56	3,7	213,20	215,50	1,01	
						2224,65	2004,35	0,900	

Mittelwerthe.

1—6	37,4	37,0	69,6	208,96	189,85	0,908	Vor der Injection.
7—16	37,59	38,43	56,4	222,46	200,43	0,900	Nach der Injection.

Um 2 Uhr 45 Minuten werden die Versuche beendet, das Thier erstickt. Nach dem Tode werden aus der Blase des Thiers 12 ccm ganz hellen sauren Urins entleert, welcher eine ganz schwache Zuckerreaction zeigt.

Wir haben bei diesem Versuche zu früh, ehe das stark abgekühlte Thier seine normale Temperatur wieder erlangt hatte, mit den Versuchen begonnen, in Folge dessen sind die ersten Werthe und auch der Durchschnitt von 1—6 zu niedrig. — Die Steigerung des Sauerstoffverbrauchs nach Beginn der Injectionen darf demgemäss nicht ohne Weiteres als eine Wirkung derselben aufgefasst werden. — Ohnedies ist die beobachtete Steigerung um etwa 6% sehr gering im Vergleich zu der Sauerstoffmenge, welche zur Oxydation des eingespritzten Zuckers erforderlich wäre, wie folgende Rechnung zeigt:

Vor der Injection wurden im Durchschnitt 209 ccm = 298.9 mgr Sauerstoff pro 15 Minuten verbraucht.

Die Oxydation des Traubenzuckers erfolgt nach der Formel

Da ein Molecül Traubenzucker = 180 zu seiner Verbrennung 12 O = 192 verbraucht, so ergibt die Proportion

$$192 : 180 = 298.9 : x = 280 \text{ mgr}$$

Traubenzucker als die Menge, welche zur Deckung der Oxydationsprocesse des Thiers pro 15 Minuten erforderlich wäre. Dieses Quantum ist in 5,6 ccm der fünfprocentigen Lösung enthalten. Die durchschnittlich pro 15 Minuten injicirte Menge von 3,52 ccm deckt daher $\frac{3}{5}$ dieses Bedarfs.

Selbstverständlich haben wir bei dieser Berechnung nicht den Gedanken, es müssten die in einer bestimmten Zeitperiode injicirten Zuckermengen auch in derselben Zeit zur Verbrennung gelangen. Wir wissen vielmehr recht wohl, dass abgesehen von dem in einigen Versuchen factisch nachgewiesenen Verlust im Harn eine Vermehrung des normalen Zuckergehalts des Bluts und der Säfte innerhalb enger Grenzen möglich ist, dass ferner ein Theil des Zuckers in Form von Glycogen zur Aufspeicherung gelangen kann, dass endlich eine Fettbildung unter Mitwirkung der Kohlenhydrate wenigstens in hohem Maasse wahrscheinlich ist.

Unsere vorstehende und später sich wiederholende analoge Berechnungen sollen es nur dem Leser erleichtern, die wirklich be-

obachteten Einwirkungen der injicirten Substanzen mit dem theoretisch möglichen Maximum ihrer Wirkung zu vergleichen.

Eine Wirkung des injicirten Traubenzuckers auf den respiratorischen Quotienten, wie sie die späteren Versuche zeigen, tritt in dem eben aufgeführten Versuche wohl deshalb nicht ein, weil das Thier vor demselben nicht lange genug gehungert hatte, also noch einen reichlichen Vorrath an Kohlenhydraten im Körper hatte, wie der hohe Quotient vor der Injection beweist.

Versuche am 5. und 6. Februar 1881.

Injection von Traubenzucker bei hungerndem Thiere
in das Blut.

Ein männliches Kaninchen, Albino, wurde als Versuchsthier gewählt. Dasselbe hatte 48 Stunden gehungert, befand sich in einem guten Ernährungszustande und war sein Gewicht nach Entleerung des Harns, welcher stark sauer reagirte 1853 gr.

Vormittags 9 $\frac{1}{2}$ Uhr wird das Thier auf dem Halter befestigt, wie üblich präparirt und alsdann in das warme Wasserbad gesenkt.

Das Thier athmete, nachdem es mit dem Respirationsapparat in Verbindung gebracht worden, in kurzem, abgestossenem Tempo und blieb die Athmung im Laufe der ersten Stunden etwas unruhig, so dass die Injection erst vom 15. Versuche an beginnen konnte, um welche Zeit eine regelmässiger Respiration eingetreten war.

Als Injectionssubstanz wurde chemisch reiner Traubenzucker, der aus diabetischem Harn dargestellt worden, von Dr. Grübler in Leipzig bezogen, gewählt. Die Lösung enthielt hiervon fünf Procent und wurden im Ganzen während 1 $\frac{3}{4}$ Stunde 38,10 cem, welche 1,905 gr Traubenzucker enthalten, also pro 15 Min. 0,272 gr dem Thiere injicirt.

Die zur Deckung des Respirationsbedürfnisses erforderliche Menge berechnet sich, da in 15 Minuten vor der Injection durchschnittlich 316,3 cem = 452,3 mgr. Sauerstoff verbraucht wurden, aus der Proportion $192:180 = 452,3:x = 0,423$ gr Traubenzucker.

Wenn der injicirte Traubenzucker vollständig zur Verbrennung gelangt wäre, so hätte derselbe 64 Procent des verbrauchten Sauerstoffs in Anspruch genommen.

Zusammenstellung der Versuche am 5. und 6. Februar 1881.

Tabelle II.

Nummer.	Ver- suchs-		Temperatur.		Anzahl der		O-Verbrauch red. auf 0° und 760 mm pr. 15 Min.	CO ₂ -Production per 15 Min.	Respiratorischer Quotient.	Bemerkungen.
	Dauer.	Min.	Wasser.	Thier.	Respiration. per Min.	cen injicirt. Lösung.				
1	15		37,5	38,3	120		355,40	213,30	0,60	Respiration kurz, abgestossen.
2	15		37,5	38,3	120		347,45	215,50	0,62	" " "
3	15		37,5	38,3	108		322,40	215,55	0,668	
4	15		37,5	38,3	100		332,60	214,80	0,646	Gegen Ende kl. Bewegung.
5	15		37,4	38,2	90		295,20	247,10	0,837	
6	15		37,5	38,3	80		—	—	—	Mehrere heftige Bewegungen.
7	15		37,5	38,3	78		324,10	271,00	0,867	
8	15		37,5	38,3	78		327,75	240,65	0,734	
9	15		37,5	38,3	90		309,20	247,30	0,799	Gegen Ende leichte Bewegung.
10	15		37,6	38,3	84		326,85	224,40	0,686	
11	15		37,5	38,3	84		271,90	233,70	0,859	
12	15		37,6	38,3	82		308,85	240,70	0,779	
13	15		37,5	38,2	84		289,10	226,80	0,780	Etwas Unruhe.
14	15		37,4	38,2	84		301,20	227,10	0,754	
							4112,0	3017,90	0,734	
15	12		37,5	38,2	80	3,3	—	235,40	—	Sauerstoff-Best. verunglückt.
16	16		37,5	38,2	78	5,6	272,75	284,80	1,04	
17	17		37,5	38,3	72	6,8	289,15	270,00	0,934	
18	15		37,4	38,3	62	6,0	302,60	259,50	0,858	Zähneknirschen.
19	15		37,4	38,3	74	7,2	303,20	271,10	0,894	Mehrere Schluckbewegungen.
20	15		37,5	38,3	76	5,9	305,30	270,70	0,888	Kl. Beweg.
21	15		37,5	38,3	76	3,3	268,60	269,80	1,00	Die Injectionslös. floss 5 Min. hindurch nicht ein, dann regel- mässig.
							1741,60	1625,90	0,933	
22	15		37,5	38,3	76		281,60	235,00	0,833	
23	15		37,5	38,3	78		280,55	245,50	0,876	
24	15		37,4	38,2	78		294,90	—	—	Kohlens.-Best. verunglückt.
25	15		37,5	38,3	80		279,35	266,10	0,953	Gegen Ende stärkere Beweg.
26	15		37,5	38,3	78		304,60	271,00	0,855	
27	15		37,5	38,3	78		265,30	262,60	0,993	
28	15		37,5	38,3	78		272,30	225,10	0,826	
29	15		37,4	38,2	80		268,00	226,90	0,846	Ende d. Versuchs 5 Uhr 30 Min.
							1951,70	1732,20	0,887	

Fortsetzung am 6. Februar, Vormittags 10 Uhr 15 Min.

Nummer.	Ver- suchs- Dauer.	Temperatur.		Anzahl der		O-Verbrauch red. auf 0° und 760 mm pr. 15. Min.	CO ₂ -Production per 15 Min.	Respiratorischer Quotient.	Bemerkungen.
	Min.	Wasser.	Thier.	Respiration. per Min.	ecm injectirt. Lösung.				
30	15	36,6	37,4			—	—	—	
31	15	37,4	38,3	76,0		219,50	158,90	0,722	
32	15	37,5	38,3	86,0		201,35	138,30	0,686	
33	15	37,6	38,3	76,0		220,60	167,80	0,780	
34	15	37,5	38,3	80,0		218,40	179,30	0,821	
						859,85	644,30	0,749	

Mittelwerthe.

1-14	37,5	38,3	91,5	316,30	232,15	0,734	Vor der Injection.
16-21	37,5	38,3	74,0	290,26	270,98	0,933	Während der Injection.
22-29	37,5	38,3	78,2	280,80 ¹⁾	247,60	0,887	Nach der Injection.
31-34	37,5	38,3	79,5	214,96	161,07	0,749	17 Stunden nach d. Injection.

Das Versuchsthier verblieb während der Nacht im Bade, dessen Temperatur Abends 8 Uhr, als wir das Laboratorium verliessen zwischen 36—37° gestellt war. Am folgenden Morgen 8 Uhr 30 Minuten wurde die Temperatur 36° gefunden und allmählich auf 37,5° erhöht.

Dem Thiere waren Abends 1,5 gr Chloralhydrat per After applicirt worden, wonach es schnell einschlief. Die Athmung erfolgte während der Nacht durch ein ganz kurzes Nebenrohr, welches nahe der Wasseroberfläche mündete, so dass das Thier feucht-warme Luft athmete.

Bei der um 11 Uhr 30 min. erfolgenden Section, wird der Organismus des Thiers als normal befunden. Nur im linken Lungenflügel zeigte sich neben mehreren kleineren eine grössere hyperämische Stelle, in der sich ein käsiger Heerd als Centrum befand.

1) Mit Einrechnung von Nr. 24.

Versuche am 30. Juli 1880.

Injection von Rohrzucker bei einem hungernden Thiere
in die Vene.

Ein kräftiges, männliches, fettreiches Kaninchen, welches 24 Stunden gehungert hat, wurde als Versuchsthier benutzt. Der vor dem Versuche entleerte Urin ist dunkel gefärbt, von neutraler Reaction, ohne Sediment.

Die Halsvene war vor dem Einsenken des Thiers in das Wasserbad freigelegt, die Injectionscanüle wurde im Laufe der Versuche unmittelbar vor Beginn der Injection in die Vene eingebunden. Im Uebrigen wurde das Thier wie früher angegeben präparirt.

Als Injections-Substanz wurde reiner krystallinischer Rohrzucker (Colonialzucker) gewählt, welcher in fünfprocentiger Lösung benutzt wurde.

Das Thier verhielt sich während der Dauer sämmtlicher Versuche im Ganzen recht ruhig, wie solches aus der nachstehenden Zusammenstellung hervorgeht. Auch das Einbinden der Injections-canüle in die Vene im Laufe des Versuchs Nr. 10 verursacht keine wahrnehmbare Störung.

Vor der Injection wurden im Durchschnitt pro 15 Minuten 227,54 ccm = 325,38 mgr Sauerstoff verbraucht.

Die zur Deckung des Repirationsbedürfnisses erforderliche Menge Rohrzucker berechnet sich aus der Proportion

$$384:342 = 325,38:x = 290 \text{ mgr}$$

Rohrzucker pro 15 Minuten.

Es wurden während 215 Minuten 74,1 ccm Lösung mit einem Gehalt von 3,705 gr Rohrzucker injicirt, mithin pro 15 Minuten 258 mgr oder beinahe $\frac{7}{8}$ der zur Deckung der Respiration erforderlichen Menge.

Nach Beendigung der Versuche wurde das Thier erstickt und zeigte sich bei der vorgenommenen Section der Organismus als vollständig normal. Am Eingangspunkt der Injectionscanüle in die Halsvene fand sich ein kleines Gerinsel, welches indess das Einfließen der Lösung in keiner Weise behinderte.

Zusammenstellung der Versuche am 30. Juli 1880.

Tabelle III.

Nummer.	Ver- suchs- Dauer. Min.	Temperatur.		Anzahl der		O-Verbrauch red. auf 0° und 760 mm pr. 15 Min.	CO ₂ -Production per 15 Min.	Respiratorischer Quotient.	Bemerkungen.
		Wasser.	Thier.	Respiration. per Min.	con inject. Lösung.				
1	20	36,7	37,6	120		247,40	170,20	0,688	Mehrfache Bewegungen.
2	15	36,8	37,7	118		257,20	170,95	0,665	
3	15	37,4	38,2	112		242,45	167,30	0,690	
4	15	37,5	38,3	120		203,40	171,50	0,842	Bewegung. Athmung irregulär.
5	10	37,5	38,3	116		222,60	168,10	0,755	
6	15	37,3	38,2	84		249,25	203,10	0,813	
7	15	37,1	38,0	80		203,40	181,40	0,891	
8	15	37,3	38,1	96		230,50	156,60	0,680	
9	15	37,3	38,2	104		208,60	147,95	0,709	
10	15	37,4	38,2	108		212,60	150,40	0,707	
11	15	37,4	38,2	108		225,50	189,05	0,838	
						2502,90	1876,55	0,750	
12	20	37,5	38,3	112	6,6	224,30	208,80	0,929	Gegen Ende d. Vers. Zappelci.
13	15	37,4	38,2	80	2,6	238,60	200,60	0,841	
14	15	37,3	38,2	80	2,5	246,90	228,35	0,924	
15	15	37,5	38,3	76	4,1	257,90	249,20	0,965	Bewegung.
16	15	37,5	38,3	76	5,6	276,60	183,80	0,664	
17	15	37,6	38,4	72	5,7	223,50	190,20	0,852	
18	15	37,5	38,3	72	5,8	235,85	182,70	0,776	Leichte Bewegung.
19	15	37,6	38,4	60	6,8	208,70	180,05	0,863	
20	15	37,5	38,3	60	5,2	243,80	189,10	0,774	
21	15	37,5	38,3	56	7,3	220,95	178,30	0,805	Schr tiefes Athmen.
22	15	37,7	38,4	56	5,4	221,25	181,05	0,818	
23	15	37,7	38,4	64	6,0	212,20	194,40	0,914	
24	15	37,5	38,3	48	5,5	227,75	220,30	0,968	
25	15	37,5	38,3	60	5,0	208,45	217,85	1,044	
						3246,75	2804,70	0,864	

Mittelwerthe.

1—11	37,25	38,1	106		227,54	170,59	0,750	Vor der Injection.
12—25	37,5	38,3	70		231,91	200,34	0,864	Während der Injection.

Versuche am 13. Februar 1881.

Injection von Dextrin bei hungerndem Thiere in das Blut.

Als Injectionssubstanz wurde Dextrin benutzt, welches von Mering dargestellt und wie folgt characterisirt hatte: Die specifische Drehung beträgt über 200. 100 Theile reduciren wie 12 Theile Glycose, gährt nicht.

Die Darstellung erfolgte aus Stärke, welche mit Diastase behandelt wurde, bis 100 Gramm reducirten wie 25 gr Traubenzucker, dann Vergärung und Reinigung mit Alkohol.

Mit verdünnter Jodlösung gibt die Dextrinlösung deutliche Röthung. Das Gewicht der zu injicirenden Substanz betrug 4,13 gr, welche mit destillirtem Wasser auf 100 cem verdünnt werden.

Die Versuche wurden an einem weiblichen Kaninchen angestellt, welches 42 Stunden hindurch gehungert hatte. Das Gewicht des Thiers betrug 1598 gr.

Vormittags 9³/₄ Uhr wird dasselbe auf dem Halter befestigt, nach der üblichen Präparation um 10¹/₄ Uhr in das Wasserbad gesenkt, nachdem vorher der Urin entleert worden und zwar 35 cem von schwach alkalischer Reaction mit starkem Sediment.

Versuch Nr. 1 begann eine Minute vor dem Einsenken des Thiers in das Wasserbad. Die Halsvene ist vorher freigelegt, die Injectionsnähle wird aber erst kurz vor Beginn der Injection, während des Versuchs Nr. 12, in die Vene eingebunden, ohne dass hierbei irgend welche Unruhe von Seiten des Thiers geäußert wird.

Um 6 Uhr Nachmittags wurden die Versuche beendet, um 6 Uhr 2 Min. das Thier aus dem Bade genommen, die Luftröhre um 6 Uhr 6 Min. geschlossen, sofort treten Krämpfe ein, das Thier stirbt 6 Uhr 9 Min.

Nachdem dasselbe aus dem Bade genommen, wurde der Urin entleert, welcher nur in geringer Menge vorhanden und von blutiger Beschaffenheit war.

Diese Röthung des Harns rührt von gelöstem Hämoglobin her, da das Mikroskop nur ganz wenige weisse Blutkörperchen und vereinzelte Epithelzellen der Blase bei Prüfung desselben zeigt.

Bei Beendigung der Versuche hat das Thier Diarrhoe. Die Halsvene enthält eine unbedeutende Menge Gerinsel, welches die Injection nicht behindert. Sämmtliche Baueingeweide, Gedärme, Nieren

Zusammenstellung der Versuche am 13. Februar 1881.

Tabelle IV.

Nummer.	Ver- suchs- Dauer. Min.	Temperatur.		Anzahl der		O-Verbrauch red. auf 0° und 760 mm pr. 15 Min.	CO ₂ -Production per 15 Min.	Respiratorischer Quotient.	Bemerkungen.
		Wasser.	Thier.	Respiration. per Min.	cem injectirt. Lösung.				
1	15	37,5	38,3	68		318,95	—	—	Stärkere Zappelci.
2	15	37,3	38,3	72		315,85	—	—	Bewegung.
3	15	37,5	38,3	68		262,00	204,35	0,780	Zuckungen.
4	15	37,4	38,2	66		290,60	226,00	0,778	
5	15	37,4	38,2	64		244,50	206,20	0,843	
6	15	37,5	38,2	53		261,85	199,00	0,760	Starke Zuckungen.
7	15	37,5	38,3	48		—	—	—	
8	15	37,5	38,3	56		259,50	216,50	0,834	
9	15	37,7	38,3	60		232,20	204,10	0,879	Am Schlusse des Versuchs Zuckungen.
10	15	37,7	38,3	48		232,35	266,40	0,944	
11	15	37,6	38,3	69		276,30	250,60	0,906	
12	15	37,5	38,3	60		304,80	216,20	0,709	{ Währ. d. Vers. wird d. Inject.- Canüle in die Vene gebunden.
13	15	37,6	38,3	56		241,65	213,40	0,883	
14	15	37,5	38,3	44		278,00	221,85	0,798	
15	15	37,6	38,3	66		225,05	211,40	0,940	
16	15	37,4	38,3	50		267,05	194,80	0,730	
						3425,85	2830,80	0,827	
17	16	37,4	38,3	42	5,5	232,10	—	—	Wenig Bewegung.
18	14	37,6	38,3	42	1,3	281,40	—	—	
19	16	37,5	38,3	42	1,3	261,60	266,90	1,02	
20	14	37,5	38,3	44	3,5	289,20	231,40	0,80	Zappelci. Bewegung.
21	15	37,2	38,3	44	6,0	240,00	220,00	0,917	
22	15	37,5	38,3	42	6,3	285,15	242,30	0,850	
23	15	37,5	38,3	44	4,9	283,10	256,00	0,905	Bewegung. Bewegung.
24	15	37,4	38,3	48	8,4	305,35	230,25	0,754	
25	20	37,5	38,3	56	7,2	289,20	263,40	0,911	
26	15	37,5	38,3	48	5,9	305,90	226,90	0,742	Geg. Schluss mehr. Zappelci.
27	15	37,5	38,3	46	5,7	265,45	240,70	0,908	
28	13	37,5	38,3	48	4,3	280,95	—	—	
29	12	37,6	38,3	48	6,2	—	—	—	Am Ende d. Versuchs 28 starke Zappelci, die in 29 mehr oder minder andauert.
30	15	37,5	38,3	48	4,3	264,45	—	—	
31	15	37,5	38,3	60	3,8	227,40	—	—	
						2524,95	2177,85	0,862	

Mittelwerthe.

3—16	37,5	38,3	58		263,53	217,75	0,827	Vor der Injection.
19—27	37,5	38,3	47,5		280,55	241,98	0,862	Nach der Injection.

sind stark geröthet. Die Lungen sind gut, nicht emphysematisch, enthalten wenig Schleim, nur unter der Pleura sind wenige kleine linsenförmige Blutungen.

Der Magen ist auffallend wenig gefüllt und um seinen Inhalt contrahirt; um die Speiseröhrenmündung ist derselbe geröthet.

Der Dünndarm ist stellenweise schwappend, mit dünnem Inhalt, der Dickdarm mit breiigem Inhalt gefüllt.

Vor der Injection wurden im Durchschnitt 263,5 ccm = 375,16 mgr Sauerstoff pro 15 Min. verbraucht.

Die zur Deckung des Respirationsbedürfnisses erforderliche Menge Dextrin berechnet sich aus der Proportion

$$162:192 = 376.16:x = 333,01 \text{ mgr}$$

Dextrin pro 15 Min.

Es wurden während $3\frac{3}{4}$ Stunden 70,6 ccm Dextrinlösung injicirt, welche 2,916 gr Dextrin enthalten, mithin pro 15 Min. 194 mgr oder beinahe $\frac{3}{5}$ der zur Deckung der Respiration erforderlichen Menge.

Versuche am 1. November 1880.

Injection von milchsaurem Natron bei einem hungernden Thiere in das Blut.

Als Versuchsthier diente ein weibliches Kaninchen von 2260 gr Gewicht, welches 40 Stunden gehungert hatte. Vormittags 9 $\frac{1}{2}$ Uhr wird dasselbe auf dem Halter befestigt, wie gewöhnlich zur Injection in die Halsvene, präparirt und um 9 Uhr 50 Min. in das warme Wasserbad gesenkt, nachdem es vorher durch die Trachealcantile mit dem Respirationsapparate verbunden. Bis zum Beginn des Versuchs Nr. 1 athmet das Thier durch die Nebenleitung Luft.

Als Injectionssubstanz ward eine 5%ige Lösung von Milchsäure benutzt, welche in der Weise bereitet wurde, dass zu 5 gr reiner Milchsäure doppelt kohlensaures Natron bis zur neutralen Reaction zugesetzt wurde. Diese Masse wird in einem Maasskolben alsdann auf 100 ccm mit destillirtem Wasser verdünnt.

Der von dem Versuchsthiere entleerte Harn reagirte deutlich sauer.

Zusammenstellung der Versuche am 1. November 1880.

Tabelle V.

Nummer.	Ver- suchs- Dauer. Min.	Temperatur.		Anzahl der		O-Verbrauch red. auf 0° und 760 mm pr. 15 Min.	CO ₂ -Production per 15 Min.	Respiratorischer Quotient.	Bemerkungen.
		Wasser.	Thier.	Respiration. per Min.	cem inject. Lösung.				
1	14	35,95	36,8	90		367,05	261,07	0,711	Einige Zuckungen. Gegen Ende mehrere leichte Zuckungen.
2	15	37,40	37,3	72		333,65	253,60	0,760	
3	15	38,2	37,9	88		349,65	250,35	0,714	
4	15	37,7	37,9	68		339,10	250,10	0,737	Stärkere Bewegung. Stärkere Bewegung.
5	15	37,3	37,8	80		346,35	256,40	0,740	
6	15	36,9	37,9	68		366,60	358,30	0,97	
7	15	37,2	38,0	60		385,84	364,85	0,945	
8	15	37,5	38,1	60		359,95	273,40	0,758	
9	15	37,5	38,1	66		350,65	266,40	0,758	
10	15	37,4	38,2	62		386,55	290,79	0,752	
						3585,39	2824,90	0,787	
11	15	37,4	38,2	62	5,6	416,50	307,95	0,738	Bewegung des Thieres. Bewegung des Thieres.
12	15	37,5	38,2	62	4,2	429,55	340,20	0,792	
13	15	37,5	38,3	64	4,4	451,60	362,95	0,803	
14	15	37,5	38,3	72	3,8	402,30	345,60	0,860	
15	15	37,5	38,3	68	4,5	422,05	306,10	0,725	
16	15	37,5	38,3	68	5,1	470,90	313,60	0,666	
17	15	37,5	38,3	72	5,4	469,95	333,80	0,710	
18	15	37,4	38,3	64	4,5	459,60	326,65	0,710	
						3522,45	2636,85	0,749	
19	16	37,4	38,3	58		464,60	358,75	0,772	Bewegung gegen Schluss.
20	15	37,3	38,3	56		450,00	308,10	0,684	
21	15	37,2	38,2	58		434,90	333,10	0,765	
22	15	37,4	38,2	60		483,10	307,60	0,636	
23	15	37,5	38,3	56		426,40	350,70	0,822	
24	15	37,4	38,3	60		493,70	347,50	0,704	Starke Zuckungen.
25	15	37,5	38,3	56		435,65	350,90	0,805	
						3188,40	2356,65	0,733	

Mittelwerthe.

1-10	37,2	37,6	71,4	358,53	282,49	0,787	Vor der Injection.
11-18	37,45	38,3	66,5	440,30	329,60	0,749	Während der Injection.
19-25	37,4	38,3	58,0	455,49	333,80	0,733	Nach der Injection.

Beendigung der Versuche 4 Uhr 26 Min. Nachmittags. Das Thier ist um diese Zeit noch wenig ermattet und macht beim Ablösen vom Respirationsapparate, nachdem es aus dem Wasserbade gehoben, energische Kraftanstrengungen. Der Harn wird entleert, zeigt sich von dunkler Beschaffenheit mit starkem Niederschlage. Seine Reaction ist deutlich alkalisch. Zusatz einiger Tropfen Essigsäure löst das Sediment auf, doch behält der Harn eine dickflüssige Beschaffenheit. Beim Kochen bleibt derselbe klar. Zusatz von Kupfervitriol und Natronlauge gibt keine Peptonreaction. Beim Erwärmen mit Kupfervitriol in alkalischer Lösung tritt vor dem Sieden keine Reduction ein und auch nach längerem Kochen zeigt sich nur in ganz schwachem Maasse eine Reduction des Kupferoxyds. Die aufgefangene Harnmenge betrug 107 ccm, Verlust an Harn ca. 60 ccm.

Das Thier, welches sehr wohl genährt und fettreich war, hatte vor dem Versuche 40 Stunden gehungert. Die alkalische Reaction des Harns am Ende der Versuche kann also nur aus der Oxydation des milchsauren Natrons erklärt werden. Das Auftreten stark alkalischen Urins nach der Injection von milchsaurem Natron bei einem Thier, welches vorher sauern entleert hatte, steht im Widerspruch mit den Angaben Scheremetjewski's, welcher bei seinen Versuchsthieren den Harn nach der Injection des milchsauern Salzes sauer bleiben sah ¹⁾. Dieser Unterschied erklärt sich leicht aus der Verschiedenheit der Injectionstechnik und der grösseren Menge des Salzes, welche wir dem Versuchsthier zuführten. Wenn man die ganze Salzmenge auf einmal einspritzt, wie dies Scheremetjewski that, so geht ein grosser Theil durch die Nieren unzersetzt weg, während bei genügend langsamer Injection fast alles zu kohlensaurem Natron oxydirt wird. Das milchsaure Natron verhält sich hierin analog dem Zucker und anderen leicht diffundirenden oxydalen Stoffen: während in den vorher beschriebenen Versuchen nur Spuren des in die Venen gespritzten Zuckers im Harne wiedergefunden wurden, gingen bei einem Versuche, wo die Injection hastiger, wenn auch in Absätzen bewirkt wurde, fast zwei Drittel des injicirten Zuckers in den Urin

1) Bericht und Verhandlungen der sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Bd. 23, p. 177.

über. — Selbstverständlich wurde dieser Versuch hier nicht mit benutzt.

Für die Beurtheilung des Einflusses der Milchsäure auf die Grösse der Oxydation ist Tabelle V. nicht zu verwerthen.

Die Steigerung des Sauerstoffverbrauchs, welche sie im Gegensatz zu den Erfahrungen von Mering und Zuntz aufweist, erklärt sich genügend aus dem Verhalten des Thieres.

Dasselbe wurde im Laufe der Versuche vom 1. November immer unruhiger; etwa mit Beginn der Injection wurde beständig Zähneknirschen, Zucken der Bauchmuskeln und von Zeit zu Zeit Ziehen der Extremitäten beobachtet. In Folge dessen sind die absoluten Werthe nicht vergleichbar und ist der Versuch nur zur Beurtheilung des relativen Verhaltens von Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung nach Zufuhr grösserer Mengen von milchsaurem Natron von Bedeutung. Die wachsende Unruhe des Thieres erklärt sich wahrscheinlich dadurch, dass aus Versehen das Thermometer in die Vagina, statt in den Anus eingeführt wurde und in dieser Lage während des ganzen Versuchs verblieb. — Dazu kommt, dass die Körpertemperatur in der zweiten Hälfte des Versuchs um etwa 0,7° C. höher war, was an und für sich eine Steigerung des Sauerstoffverbrauchs um mehrere Procente bedingt (vergl. S. 140).

Die Einwirkung der Milchsäure auf den respiratorischen Quotienten ergibt sich aus der Zersetzungsformel der Milchsäure

Sie würde demgemäss wie die Kohlenhydrate ein dem aufgenommenen Sauerstoff gleiches Volumen Kohlensäure liefern, wenn nicht von den 3CO₂ ein Molecül durch das Natron, an welches die Milchsäure gebunden war, in Form von Bicarbonat fixirt und durch den Urin ausgeschieden würde; bleiben mithin für die Athmung zwei CO₂ wofür 3O₂ aufgenommen wurden. Der respiratorische Quotient des milchsauern Natrons ist daher = 0,66. — Ein Blick auf die Tabelle lehrt, dass der Quotient im Laufe des Versuches sich in dem Sinne geändert hat, wie man es erwarten musste, wenn das normale Oxydationsmaterial des Körpers theilweise durch milchsaures Natron ersetzt wurde.

General-Tabelle I.

Mittelwerthe aus den bisherigen Versuchen.

Versuchs-Datum	Injicirte Stoffe	Zahl der Versuche	Sauerstoff-Verbrauch pr. 15 Min. ccm	Kohlensäure-Production pr. 15 Min. ccm	Respiratorischer Quotient	Bemerkungen
26. 7. 80	Trauben-zucker	6	208,96	189,85	0,908	Vor der Injection
"	"	10	222,46	200,43	0,900	Währ. d. Injection
5. 2. 81	Trauben-zucker	13	316,30	232,15	0,734	Vor der Injection
"	"	6	290,26	270,98	0,933	Währ. d. Injection
"	"	7	280,80	247,60	0,887	2 St. n. d. Injection
6. 2. 81	"	4	214,96	161,07	0,749	18 Stunden später
30. 7. 80	Rohr-zucker	11	227,54	170,59	0,750	Vor der Injection
"	"	14	231,91	200,34	0,864	Währ. d. Injection
13. 2. 81	Dextrin	13	263,53	217,75	0,827	Vor der Injection
"	"	9	280,55	241,98	0,862	Währ. d. Injection
1. 11. 80	Milch-säure	10	358,53	282,49	0,787	Vor der Injection
"	"	8	440,30	329,60	0,749	Währ. d. Injection
"	"	7	455,49	333,80	0,733	1 ³ / ₄ St. nach d. Inj.

Eine Betrachtung der vorstehenden General-Tabelle I lehrt:

1) In Bezug auf den respiratorischen Quotienten, dass derselbe mit Ausnahme des Versuchs vom 26. Juli, in welchem er unverändert blieb, durch die Injection stets in dem Sinne beeinflusst wurde, wie es unter der Annahme, dass die injicirte Substanz im Körper zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird, zu erwarten war.

Die scheinbare Ausnahme bei dem Versuche vom 26. Juli erklärt sich, wie in dem Protokolle des Versuchs angegeben, aus dem Ernährungszustande des Thiers.

2) Zur Controlle der Angaben von Mering und Zuntz, dass die hier in Betracht kommenden Stoffe die Grösse des respiratorischen Sauerstoffverbrauchs, bei directer Injection in das Blut, fast unbeeinflusst lassen, liefern unsere Versuche nur wenig Material.

Der Dextrinversuch vom 13. Februar und der Milchsäureversuch vom 1. November sind hier ausser Betracht zu lassen. Der erste, weil das Versuchsthier vielfach unruhig war und ausserdem nach der Injection starke Darmreizung und Diarrhöe auftrat, wodurch nach Beobachtung von Mering und Zuntz mit Nothwendigkeit eine Steigerung des Sauerstoffverbrauchs hervorgerufen wird. Der zweite, weil durch die permanente Reizung der Vagina an Intensität immer zunehmende krampfartige Muskelbewegungen ausgelöst wurden.

Die drei in Betracht kommenden Versuche mit Zucker treten für die Auffassung von Mering und Zuntz ein. Nach der Injection ergibt der

1. Versuch ein Plus	von 13,5	ccm O.
2. „ ein Minus	„ 26,04	„ „
3. „ ein Plus	„ 4,37	„ „

Das Mittel von allen dreien ist ein Minus von 8,17 ccm. oder etwa 3 Procent des aufgenommenen Sauerstoffs. Dieser Werth dürfte bei der geringen Anzahl der Versuche innerhalb der Grenzen der Fehler liegen, welche durch die willkürlichen Bewegungen der Thiere bedingt werden.

Wir können demgemäss die Angaben von Mering und Zuntz dahin bestätigen, dass nach Vermehrung des Vorraths von Kohlenhydraten im Blute der Thiere der Stoffverbrauch keine Steigerung erfährt, trotzdem die zugeführten Kohlenhydrate wenigstens zu einem grossen Theile der sofortigen Verbrennung unterliegen.

Die Angaben von Voit¹⁾, wonach Kohlenhydrate erhebliche Steigerung der Oxydationsprocesse bewirken sollen, dürften hier nach zu modificiren sein und wäre den Kohlenhydraten nur insofern eine erhebliche Einwirkung auf den Sauerstoffverbrauch zuzuschreiben, als sie Arbeit zu ihrer Verdauung und Assimilirung in Anspruch nehmen.

Pettenkofer und Voit haben aus den grossen Schwankungen,

1) Vergl. Carl Voit, Zeitschr. f. Biologie, 1878, Bd XIV, p. 92.

welche der respiratorische Quotient in ihren Versuchen zeigt, geschlossen, dass die Oxydation der im Thierkörper umgesetzten Nährstoffe nicht gleich eine vollständige sei, dass vielmehr Zwischenproducte oft lange Zeit im Körper verweilen.

Kann auch das Auftreten solcher Zwischenproducte nicht ganz gelängnet werden, ich erinnere an die Glycogen-Bildung aus Eiweiss, so spielen sie doch jedenfalls eine viel geringere Rolle, als Pettenkofer und Voit annehmen. Die grossen Schwankungen des respiratorischen Quotienten, welche jene Forscher gefunden haben, sind wahrscheinlich auf Fehler zurückzuführen, mit denen ihre indirecte Bestimmung des Sauerstoffs behaftet ist.

In unseren Versuchen erweist sich der Quotient selbst in kurzen Zeitintervallen so übereinstimmend mit der nach dem Ernährungszustande des Thieres zu erwartenden Zahl, dass wir keinen Grund haben, an die Theorie der unvollkommenen Verbrennung, soweit sie ihre Stütze in den Respirationsversuchen von Pettenkofer und Voit findet, zu glauben.

Unsere Versuche liefern noch Material zur Beantwortung der Frage, ob bei der Muskelarbeit, die ja häufig in unsern Versuchen in Form willkürlicher Bewegung des Thieres von verschiedener Stärke sich geltend macht, andere Stoffe verbraucht werden als in der Ruhe. Es muss sich dieses an dem respiratorischen Quotienten zeigen.

Ich habe zum Studium dieser Frage in den anliegenden Curventafeln die Momente, in denen Muskelbewegung beobachtet wurde, durch einen Pfeil, dessen Lage den genauen Zeitpunkt der Bewegung angibt, markirt.

Man wird beim Studium dieser Curven sich überzeugen, dass der respiratorische Quotient durch die Muskelarbeit unbeeinflusst bleibt. Man wird zwar häufig genug finden, dass bald Sauerstoffverbrauch, bald Kohlensäurebildung einseitig in die Höhe getrieben wird, aber man wird auch erkennen, dass diese Abweichung im nächsten Versuche wieder ausgeglichen wird, dass es sich demgemäss nur um kleine Aufstauungen von Kohlensäure, respective um vermehrte Abgabe des Vorraths im Körper, in Folge der gestörten Athmung, handelt.

Unsere Versuche führen daher in Bezug auf die Steigerung des Stoffwechsels durch willkürliche Bewegungen zu demselben Resultat, welches Colasanti und Finkler bei der durch Kältereiz

gesteigerten thierischen Verbrennung fanden, dass dabei der respiratorische Quotient unverändert bleibt.

Nicht unerwähnt mag noch bleiben, dass fast stets nach einer starken willkürlichen Bewegung und dadurch vermehrtem Sauerstoffverbrauch in dem darauf folgenden Versuche der Verbrauch etwas unter das Mittel zu sinken pflegt, dass sich demgemäss die Ermüdung in einer Verminderung des Stoffwechsels bemerkbar macht.

Die bisher von uns ausgeführten Versuche leiteten uns zu ähnlichen Untersuchungen mit einem Stoffe, der, ohne zu den Kohlenhydraten zu gehören, doch nach der Ansicht hervorragender Forscher eine ähnliche Bedeutung für den thierischen Oxydationsprocess haben soll und der im Leben aller Völker eine wichtige Rolle spielt. Es ist dieses der Alkohol, über dessen Wirkung und Werth für die Ernährung, trotz vielfacher Untersuchungen, die mit ihm ausgeführt worden, keinerlei Einhelligkeit der Ansichten bei den verschiedenen Forschern herrscht, der vielmehr zu den verschiedensten Controversen Veranlassung gegeben hat.

Während derselbe nach der Ansicht einiger Autoren im Organismus verbrennen soll, wollen andere gefunden haben, dass er für die Ernährung des Körpers ohne Bedeutung sei und im unveränderten Zustande auf den verschiedenen Wegen durch Lunge, Haut und Nieren wieder ausgeschieden wird, und während einige beobachtet haben, dass nach dem Genuss alkoholischer Getränke der Stoffwechsel herabgesetzt werde, behaupten andere, dass letzterer durch dieselben erhöht werde:

Subbotin, Lallemand, Perrin und Duroy und Andere nehmen als erwiesen an, dass der Alkohol zum grössten Theil, wenn nicht ganz, unverändert wieder ausgeschieden werde. Duchek ¹⁾ behauptet, dass der Alkohol gänzlich oxydirt werde, doch stehen seine Methoden des Nachweises der Zwischenstufen (Aldehyd, Essigsäure, Oxalsäure) im Blute auf ziemlich schwachen Füßen. — Binz und seine Schüler zeigen, dass zwar geringe Mengen von Alkohol

1) Duchek, Ueber das Verhalten des Alkohols im thierischen Organismus; Vierteljahrsschrift f. pract. Heilkunde 39, 1853, S. 104.

im Urin und der Athemluft nachweisbar sind, dass aber der bei weitem grösste Theil verschwindet, also wohl zu Kohlensäure und Wasser oxydirt wird.

Aus dem Verhalten der Körpertemperatur erschliessen Binz und seine Schüler eine Herabsetzung des Stoffwechsels durch den Alkohol, wie eine solche auf Grund ihrer Bestimmungen der exspirirten Kohlensäure von Prout, Hammond und Anderen behauptet worden war.

Diese wesentlichen Widersprüche sind zum grossen Theil nur aus den von einigen Forschern angewandten, mangelhaften Methoden zu erklären, die, wie eine nähere Betrachtung ergeben wird, einer eingehenden Kritik nicht Stand halten können.

Lallemand, Perrin und Duroy¹⁾, welche gemeinschaftlich zahlreiche Versuche mit grösseren Gaben von Alkohol an Hunden anstellten, kamen zu dem Schluss, dass Alkohol kein Nahrungsmittel sei, dass er in geringen Mengen gegeben, anregend auf den Stoffwechsel einwirke. Im Organismus wird derselbe nach Ansicht dieser Autoren nicht zerstört, sondern in seiner ganzen Menge unverändert ausgeschieden. Den Beweis hierfür sehen sie darin, dass

1) keine Zwischenstufen der Oxydation von Alkohol im Blute zu finden seien (im Gegensatz zu Duchek),

2) unveränderter Alkohol in den Excreten nachweisbar sei (Binz und seine Schüler haben die Richtigkeit dieser Angabe bestätigt, zugleich aber gezeigt, dass nur wenige Procente des zugeführten Alkohols auf diesem Wege den Körper verlassen),

3) die Menge exspirirter Kohlensäure nach Alkoholgenuss nicht vermehrt sei. (Hiergegen ist zu erinnern, dass ein Stoff in unserem Organismus auch verbrennen kann unter Ersparung seines Aequivalents Körpersubstanz; es bleibt dann die Kohlensäureausscheidung nahezu unbeeinflusst, wie das Mering und Zuntz in der vorstehenden Abhandlung näher ausgeführt haben).

Der Alkohol ist nach ihnen ein Reizmittel, das schnell auf die Nerven wirkend eine Erregung erzeugt, die Kräfte anspannt und die Erschöpfung des Organismus durch eine Art augenblicklicher Stärkung verbirgt.

1) Du Rôle de l'Alcool et des Anesthésiques dans l'organisme. Recherches expérimentales par Ludger Lallemand, Maurice Perrin et J. L. Duroy. Paris 1860, p. 233, p. 126, p. 135.

Sie stimmen in ihren Ansichten mit Liebig überein, welcher über die Wirkung des Alkohols sagt:

„Durch seine Einwirkung auf die Nerven erlaubt der Branntwein dem Arbeiter, welcher nicht im Stande ist, sich die zu seinem Unterhalte nothwendige Menge Nahrungsmittel zu beschaffen, die fehlenden Kräfte auf Kosten seines Körpers zu leihen. Es ist dieses ein Wechsel auf die Zukunft gezogen, der stets erneuert werden muss, da dem Arbeiter die Mittel fehlen ihn einzulösen. So consumirt er sein Capital statt der Zinsen und ist der Bankerott des Körpers die unausbleibliche Folge.“

Hammond¹⁾ untersuchte die Wirkung alkoholischer Flüssigkeiten an sich selbst, indem er verschiedene Dosen Alkohol an mehreren (5 oder 10) hinter einander folgenden Tagen bei reichlicher oder geringer Nahrung zu sich nahm. Es wurde von ihm dabei das Gewicht des Körpers, die ausgeschiedene Kohlensäure das ausgeathmete Wasser, ferner das Gewicht der Fäces, des Urins etc. in Betracht gezogen.

Täglich stellte er drei Mal während einer Minute die Respirations-Versuche an; die erhaltenen Resultate in Betreff der ausgeschiedenen Kohlensäure und des Wassers dienten als Grundlage der pro 24 Stunden zu berechnenden Mengen.

Er bedauert aber selbst p. 45 der citirten Schrift, kein Mittel zur Hand zu haben, die Hantausscheidung zu beachten und giebt in dieser Beziehung die Möglichkeit des Irrthums zu.

Wir glauben diese Möglichkeit mit vollem Recht auch für die Bestimmung der Kohlensäure-Ausscheidung in Anspruch nehmen zu dürfen, denn bei der kurzen Dauer der Versuche von einer Minute, bei den bedeutenden Multiplicationsfactoren, veranlasst selbst ein minimaler Irrthum ganz erhebliche Schwankungen in den Resultaten und sind unter den von Hammond geschilderten Versuchsbedingungen solche Unregelmässigkeiten gar nicht zu vermeiden.

Hammond gibt folgende Mittelwerthe aus je 15 Versuchen, von denen täglich 3 an 5 hinter einanderfolgenden Tagen gemacht wurden. Dauer eines Versuchs eine Minute.

1) *Physiological Memoirs* by William A. Hammond. Philadelphia 1863. *The physiological effects of alcohol upon the Human system.*

Luft- temperatur.	Körper- Gewicht. Engl. Pfund.	Kohlensäure- Production. Grains.	
17,2 16,2	226,40 226,85	11674,98 10344,57	Bei mässiger Nahrung ohne " 60 Drachmen " plus Alkohol.
17,1 17,0	225,97 225,50	10774,41 9945,33	Bei unzureichender Nahrung ohne " 180 Drachmen " plus Alkohol.
17,1 17,0	226,11 227,48	12159,60 11577,61	Bei reicher Nahrung ohne " 180 Drachmen " plus Alkohol.

Es wurde bei diesen Versuchen reiner Alkohol benutzt, der mit gleichen Theilen destillirten Wassers verdünnt worden.

Das Ergebniss fasst Hammond p. 58 der citirten Schrift dahin zusammen, dass der Alkoholgenuss bei mangelhafter Ernährung diese zum Theil ersetzen könne, daher als nützlich zu betrachten sei; bei reichlicher Ernährung dagegen und wenig körperlicher Bewegung sei sein Genuss schädlich¹⁾.

Baer²⁾ glaubt, dass die wesentlichste Veränderung in dem Chermismus der Respiration die sei, dass nach Aufnahme von mässigen Dosen Alkohol die Menge der mit der Athemluft exspirirten Kohlensäure stets eine verminderte sei.

Schon Prout³⁾ fand 1843, dass Alkohol und alkoholische Getränke, entsprechend der Menge und den Umständen, unter denen sie genommen wurden, die Menge der ausgeschiedenen

1) Wenn ich den Resultaten Hammond's geringe Bedeutung beilegte, so werde ich in dieser Auffassung durch die Kritik, welche Speck, von des-selben Verf.'s Arbeit über den Einfluss geistiger Thätigkeit auf den Stoffwechsel gibt, nur bestärkt (vergl. Arch. f. exp. Pathol. und Pharmacol. Bd. 15. S. 95).

2) Baer, Dr., A. Der Alkoholismus, seine Verbreitung und seine Wirkung etc. Berlin 1878. p. 28.

3) Lancet 1843. Vol. II, p. 17.

Kohlensäure herabsetze. Die Wirkung war grösser, wenn der Alkohol bei leerem Magen genommen wurde, bei vollem Magen war sie geringer aber nicht weniger sicher und anhaltender. So lange die Wirkung des Alkohols währte, so lange war die Menge der expirirten Kohlensäure unter dem Mittel.

Ebenso fand Vierordt¹⁾, dass der Genuss von Wein bei der Mahlzeit einen bedeutenden Einfluss auf die Ausscheidung von Kohlensäure ausübt. Nahm er bei der Mahlzeit Wein, so betrug die ausgeathmete Menge Kohlensäure in einer Minute um

12 Uhr 253,04 ccm

2 Uhr 273,00 „ mithin

19,96 ccm Differenz pro Minute.

Dagegen bei Mahlzeiten ohne Wein um

12 Uhr 264,18 ccm

2 Uhr 318,50 „ mithin

54,32 ccm Differenz pro Minute.

Bei leerem Magen zeigte sich nach Alkoholgenuss die Abnahme von Kohlensäure schon nach Verlauf von 15 Minuten, indem diese von 4,54 auf 4,01 Procent pro Cubikecentimeter der Expirationsluft sank. Dabei sank die Expirationsfrequenz nicht, so dass thatsächlich die absolute Kohlensäuremenge um $\frac{1}{8}$ vermindert war.

Berzelius²⁾ ist der Ansicht, dass die von Prout und Vierordt gefundene Verminderung der Kohlensäure nur eine scheinbare sei. Wenn auch jede Expiration weniger Kohlensäure enthalte, so sei die Zahl der Expirationen eine um so grössere, die absolute Menge der expirirten Kohlensäure im Ganzen eine vermehrte.

Böcker³⁾ hat aus den an sich angestellten 50 Versuchen mit Alkoholgenuss, gegenüber 70 Versuchen ohne Alkoholgenuss die Ueberzeugung gewonnen, dass nach demselben eine Abnahme der absoluten und relativen Kohlensäuremenge stattfinde.

Auch Lallemand, Perrin und Duroy haben in der früher

1) Physiologie des Athmens mit besonderer Rücksicht auf die Ausscheidung von Kohlensäure. Karlsruhe 1843. p. 92, p. 97.

2) Journal de physiologie experimentelle. T. IV.

3) Beiträge zur praktischen Heilkunde. Crofeld 1846, p. 254.

citirten Arbeit p. 108 eine Verminderung der Kohlensäure nach Injection von Alkohol constatirt.

Eine Verminderung der Kohlensäureausscheidung fanden ferner Boek und von Bauer ¹⁾ bei Thieren, wenn dieselben kleine Dosen Alkohol erhielten.

Diese Forscher fanden bei ihren Untersuchungen auch eine Verminderung der Sauerstoffaufnahme nach kleinen Dosen und eine Vermehrung des Sauerstoffconsums nach grösseren Gaben.

Edw. Smith ²⁾ fand bei Genuss verschiedenartiger alkoholischer Getränke bald vermehrte, bald verminderte Kohlensäureausscheidung.

Jedenfalls geht aus dem bisher Gesagten hervor, dass bei den verschiedenen Autoren Widersprüche hinsichtlich der Wirkung des Alkohols auf den Stoffwechsel obwalten und veranlassten uns die abweichenden Angaben, die sich zum Theil auf ungenaue Versuche stützen, eine grössere Reihe von Untersuchungen mit Alkohol anzustellen.

Wir wählten zu unsern Zwecken chemisch reinen Alkohol, welcher mit neun Theilen destillirten Wassers verdünnt wurde und benutzten diese zehnprocentige Lösung theils zu Injectionen in die Halsvene, also direct in das Blut, theils zu Injectionen in den Magen.

Ferner ist hier zu erwähnen, dass ein Theil unserer Versuche mit Thieren im gefütterten, ein Theil mit Thieren im hungernden Zustande vorgenommen worden ist.

Es wurden, wie in unsern früheren Versuchen, stets Kaninchen benutzt, welche in gleicher Weise, wie die früheren Thiere gehalten und gefüttert worden sind.

Ich gebe nachstehend zunächst eine Beschreibung der einzelnen Versuche und fasse die wichtigsten Resultate derselben späterhin in einer General-Tabelle II zusammen.

Die ersten fünf Versuchsserien betreffen Versuche mit Thieren, die bis zu Beginn derselben ihr gewöhnliches Futter erhalten hatten, die späteren zwei Serien solche mit hungernden Thieren.

1) Zeitschrift für Biologie 1874. Bd. X. p. 363. Ueber den Einfluss einiger Arzneien auf den Gasaustausch bei Thieren.

2) Lancet 1875. May 9. p. 480.

Versuche am 29. December 1880.

Injection von Alkohol bei gefüttertem Thiere in das Blut.

Als Versuchsthier diente ein weibliches Kaninchen, das bis zu Anfang des Versuchs reichlich mit Zuckerrüben gefüttert worden. Vormittags 9 Uhr wird dasselbe auf dem Halter befestigt, um 9 Uhr 40 Minuten mit dem Respirationsapparate durch die Trachealcanüle in Verbindung gebracht. Die Einbindung der Injectionsanüle in die Halsvene erfolgt erst, nachdem das Thier in das Wasserbad gesenkt worden, die Operation macht einige Schwierigkeit, so dass bis zum Beginn der Injection (Versuch No. 7) vielfach an dem Thiere manipulirt werden muss. Letzteres ist in Folge dessen bei Beginn des Versuchs etwas unruhig; wenn auch heftigere Bewegungen ausbleiben, so ist doch der Einfluss auf die Athmung mitunter bemerkbar.

Um 4 Uhr 40 Minuten wurden die Versuche beendet, das Thier getödtet. Der reichlich vorhandene Harn war sehr trübe und reagirte stark alkalisch.

Bei der Section erweisen sich die Lungen als vollkommen intact. (Siehe Tab. VI folg. Seite.)

Versuche am 5. December 1880.

Injection von Alkohol bei einem gefütterten Thiere in die Vene.

Die Versuche wurden an einem männlichen Kaninchen an- gestellt, das bis zum Beginn derselben mit Zuckerrüben gefüttert worden. Vormittags 9 Uhr auf dem Halter befestigt, ist das Thier 9 Uhr 45 Min. fertig präparirt, wird darauf mit dem Respirations- apparate verbunden und in das Wasserbad gesenkt.

Die Temperatur des Thieres war beim Einsenken in das Bad bis auf 34,5⁰ gesunken; nachdem sich dieselbe wieder auf 37,9⁰ erhöht hat und sich das Thier an die Athmung am Apparate ge- nügend gewöhnt hat, wurde 10 Uhr 15 Min. mit dem Versuche No. 1 begonnen.

Die Injectionsanüle war vor dem Einsenken des Thiers in das Wasserbad in die Halsvene eingebunden worden.

Der entleerte Harn reagirte stark alkalisch, war trübe und zeigte einen bedeutenden Niederschlag.

Zusammenstellung der Versuche am 29. December 1880.

Tabelle VI.

Nummer.	Ver- suchs- Dauer. Min.	Temperatur.		Anzahl der		O-Verbrauch red. auf 0° und 760 mm pr. 15 Min.	CO ₂ -Production per 15 Min.	Respiratorischer Quotient.	Bemerkungen.
		Wasser.	Thier.	Respiration. per Min.	con inject. Lösung.				
1	15	36,5	37,2	72		187,00	185,00	0,989	Etwas Bewegung. Gegen Ende mehrere kleine Bewegungen.
2	15	37,8	38,3	90		189,0	177,20	0,937	
3	15	37,6	38,3	90		201,70	188,40	0,934	
4	15	37,8	38,5	86		183,75	190,05	1,034	
5	15	37,8	38,5	90		193,24	168,65	0,873	
6	15	37,8	38,5	94		184,90	178,20	0,963	
						1139,59	1087,50	0,954	
7	15	37,7	38,4	96	3,2	180,00	184,19	1,023	
8	15	37,5	38,4	108	3,0	229,25	211,70	0,924	
9	15	37,7	38,4	76	3,0	257,45	220,57	0,857	
						666,70	616,46	0,925	
10	15	37,6	38,4	76		275,22	230,70	0,840	
11	15	37,8	38,5	76		263,20	217,92	0,829	
12	15	37,7	38,5	90		281,90	247,45	0,877	
13	15	37,6	38,5	80		275,63	248,10	0,900	
14	15	37,8	38,5	68		288,60	266,75	0,925	
15	15	37,6	38,4	78		258,15	222,58	0,862	
						1642,70	1433,50	0,873	
16	15	37,7	38,4	84		270,05	224,80	0,833	Etwas unruhiges Athmen. Bewegung.
17	15	37,8	38,4	80		—	—	—	
18	15	37,5	38,4	74		278,50	292,90	1,05	
19	15	37,5	38,4	76		254,75	264,85	1,04	
20	20	37,5	38,5	78		285,30	315,50	1,11	
21	20	37,5	38,4	76		277,80	288,00	1,03	
22	20	37,6	38,4	78		267,40	317,60	1,19	Bewegung. Gegen Ende Bewegung.
23	20	37,6	38,4	78		247,90	319,50	1,13	
24	20	37,5	38,4	76		270,10	287,60	1,06	
25	20	37,5	38,4			252,15	253,40	1,00	
						2403,95	2564,15	1,06	

Mittelwerthe.

1-6	37,55	38,2	87	189,93	181,25	0,954	Vor der Injection.
7-9	37,6	38,4	93	222,11	205,48	0,925	Während der Injection.
10-15	37,7	38,5	78	273,78	238,91	0,873	Nach der Injection.
16-25	37,55	38,4	77	267,10	284,90	1,06	Längere Zeit nach d. Inject.

Zusammenstellung der Versuche am 5. December 1880.

Tabelle VII.

Numer.	Ver- suchs- Dauer. Min.	Temperatur.		Anzahl der		O-Verbrauch red. auf 0° und 760 mm pr. 15 Min.	CO ₂ -Production per 15 Min.	Respiratorischer Quotient.	Bemerkungen.
		Wasser.	Thier.	Respiration. per Min.	von inject. Lösung.				
1	15	37,1	37,9	72		219,0	228,90	1,04	Schwache Bewegung.
2	15	37,0	37,8	72		216,0	225,60	1,04	
3	15	37,0	37,8	72		193,6	204,60	1,05	
4	15	36,9	37,8	72		200,85	213,95	1,06	
5	15	37,1	37,8	72		214,45	202,50	0,944	
6	15	37,1	37,9	72		179,70	173,50	0,966	
7	15	37,0	37,9	68		197,15	212,80	1,08	
						1420,75	1461,85	1,03	
8	15	37,05	37,8	68	5,4	217,80	205,05	0,942	Bewegung.
9	15	36,9	37,8	68	3,1	229,05	205,95	0,900	
10	15	36,9	37,8	72	1,1	245,45	216,20	0,881	
11	15	37,2	37,9	76	3,5	249,60	217,95	0,872	
12	15	37,4	38,1	72	3,3	288,70	265,00	0,918	
13	15	37,3	38,0	86	5,5	336,30	317,90	0,946	
14	15	37,4	38,1	90	5,2	320,10	312,00	0,975	
15	15	37,3	38,1	90	10,5	316,90	293,80	0,927	Bei Berührung der Hornhaut d. Auges schwache Reaction.
16	15	37,3	38,0	102	4,7	328,20	302,75	0,923	
						2532,10	2336,60	0,923	
17	15	37,0	37,8	78		294,65	280,90	0,953	Auf Berührung der Hornhaut reagirt das Auge energisch.
18	15	37,0	37,8	72		288,05	263,00	0,913	
19	15	36,8	37,8	68		269,10	239,80	0,891	
20	15	37,0	37,8	80		241,65	216,80	0,897	
21	15	37,1	37,8	70		270,40	247,95	0,917	
22	15	36,9	37,7	80		276,85	—	—	
23	20	37,3	37,9	76		278,70	248,80	0,892	
24	10	36,9	37,7	92		293,00	—	—	Stärkere Bewegung.
						1642,55	1497,25	0,91	
25	90	37,1	37,8	92		—	—	—	Pause des Versuchs, 1½ Stde. Das Thier athmet während der Zeit Luft.
26	30	37,3	37,9	92		251,05	283,0	—	
27	15	36,9	37,8	80		263,55	262,0	—	
						514,60	545,0	1,05	
Mittelwerthe.									
1—7		37,0	37,8			202,96	208,84	1,03	Vor der Injection.
8—16		37,2	38,0			274,40 ¹⁾	259,62	0,923	Während der Injection.
17—24 u. 25		37,0	37,8			273,76	249,54	0,910	Kurze Zeit nach der Injection.
26 u. 27		37,05	37,8			257,30	272,50	1,05	Längere Zeit nach der Inject.

1) Sauerstoffmittel mit Ausschluss von Versuch 13.

Die Athmung wurde nach Versuch 27 unregelmässig, die Frequenz der Athemzüge wechselte häufig. Es wurde deshalb von weiteren Bestimmungen Abstand genommen und das Thier um 8 Uhr 10 Minuten erstickt, nachdem zuvor der Urin entleert worden, welcher stark alkalisch reagirte.

17 Secunden nach Zuklemmen der Luftröhre beginnen heftige Zuckungen und anhaltende Krämpfe, nach 1 Min. 50 Secund. erfolgen die letzten Zuckungen.

Während der Krämpfe steigt die Temperatur von 37,8 auf 39,5° C.

In diesem Versuche zeigt sich vor der Injection des Alkohols ein, die Einheit übersteigender, respiratorischer Quotient, der sich mehrere Stunden nach der Injection gleichfalls findet, ein Verhalten, welches schon Regnault und Reiset später Pettenkofer und Voit bei mit Kohlenhydraten gefütterten Thieren öfters gefunden haben.

Wir haben oben bereits unsere Bedenken gegen solche weit die Einheit übersteigende Werthe des respiratorischen Quotienten, wie sie Pettenkofer und Voit zuweilen gefunden haben, geäussert. Es lässt sich dagegen leicht durch Rechnung beweisen, dass der von uns beobachtete Werth des Quotienten von 1,04 bis 1,05 seine befriedigende Erklärung findet in den factisch beobachteten Mengen der durch fäulnissartige Zersetzungen im Darmkanal gebildeten brennbaren Gase:

Bekanntlich ist der theoretische respiratorische Quotient bei Zersetzung von Kohlenhydraten genau der Einheit gleich. Der intramoleculare Sauerstoff reicht gerade hin, um allen vorhandenen Wasserstoff zu Wasser zu oxydiren, man kann daher annehmen, dass der durch die Athmung aufgenommene Sauerstoff ausschliesslich zur Oxydation von Kohlenstoff diene, mit dem er sein gleiches Volumen CO_2 bildet. Hieran ändert sich Nichts, wenn von dem Kohlenhydratmolecul Kohlenstoff abgespalten wird, wie dies bei der Sumpfgasgährung der Fall ist; jede abgelösten 2 Atome Wasserstoff machen dagegen 1 Atom des intramolecularen Sauerstoffs zur Oxydation von Kohlenstoff disponibel, so dass nunmehr CO_2 gebildet wird, ohne dass Sauerstoff dafür von aussen aufgenommen zu werden brauchte; der respiratorische Quotient wird daher grösser als Eins.

Bis zu welchem Werthe er auf diesem Wege unter normalen

Verhältnissen anwachsen kann, wollen wir nun auf Grund der vorhandenen Daten über die Grösse der Ausscheidung brennbarer Gase bei Pflanzenfressern berechnen.

Colasanti¹⁾ fand die mittlere Ausscheidung dieser Gase bei vor kurzem gefütterten Meerschweinchen pro kg Körpergewicht =

$$\begin{array}{l} 21,1 \text{ ccm CH}_4 = 15,1 \text{ mgr pr. Stunde} \\ 3,5 \text{ „ H} = 0,31 \text{ „ „ „} \end{array}$$

Ganz ähnliche Werthe fand Reiset bei grösseren Pflanzenfressern.

Bei der Aehnlichkeit der Ernährungsweise ist die Uebertragung dieser Grösse auf Kaninchen gerechtfertigt.

Kaninchen²⁾ gebrauchen pro kg Körpergewicht und pr. Stunde ca. 600 ccm Sauerstoff.

Für jedes ausgeschiedene Molecül = 2 Vol. CH₄ werden in Folge der Elimination von 4 Wasserstoffatomen zwei Atome intramolecularen Sauerstoffs disponibel. Es entsteht daher, 1 Molec. = 2 Vol. CO₂, ohne dass dafür Sauerstoff von aussen aufgenommen wird — ebenso bildet sich für je 4 Atome = 4 Vol. gasförmig abgeschiedenen Wasserstoffs je 1 Molecül CO₂ auf Kosten des intramolecularen Sauerstoffs.

Es werden demgemäss überschüssig gebildet für die per Kilo und Stunde ausgeschiedenen:

$$\begin{array}{l} 21,1 \text{ ccm CH}_4 = 2 \times 21,1 = 42,2 \text{ ccm CO}_2 \\ 3,5 \text{ „ H}_2 = \frac{1}{2} \times 3,5 = 1,75 \text{ „ CO}_2 \\ \hline 43,95 \text{ ccm CO}_2. \end{array}$$

Wären keine brennbaren Gase gebildet worden, so wären für die per Kilo und Stunde aufgenommenen 600 ccm Sauerstoff ebenso

1) Dies. Archiv, Bd. XIV, p. 92 u. 122.

2) In unsern verschiedenen Untersuchungen betrug der Bedarf an Sauerstoff bei Kaninchen, je nach ihrem Ernährungs- resp. Hungerzustande pro Kilo Körpergewicht und Stunde

im gefütterten	im hungernden Zustande:
574 ccm	706 ccm
624 „	741 „
659 „	797 „
<hr/>	
1857:3	2244:3
Im Mittel: 619 ccm	748 ccm.

viel cem CO₂ ausgeschieden worden; nunmehr beträgt diese Ausscheidung 600 cem + 43.95 cem und der respiratorische Quotient ist

$$\frac{643,95}{600} = 1,07. --$$

Auch noch auf einem anderen Wege kann es zu einer Steigerung des respiratorischen Quotienten über die Einheit kommen. — Wenn bei überreicher Ernährung mit Eiweiss und Kohlenhydraten aus diesen im Körper Fett abgelagert wird, muss ein relativ sehr sauerstoffreicher Atomencomplex eliminirt werden. Dieser zu eliminirende Sauerstoff verlässt aber den Körper in Verbindung mit Kohlenstoff und es kommen so gewisse Quantitäten Kohlensäure zum Vorschein für die kein Sauerstoff von aussen aufgenommen wurde.

Versuche am 23. November 1880.

Injection von Alkohol in's Blut.

Ein weibliches Kaninchen, Albino, diente als Versuchsthier. Bis zum Beginn des Versuchs hatte dasselbe reichliches Futter erhalten. Vormittags 9 Uhr wird das Thier auf dem Halter befestigt, der Urin, ca. 80 cem von stark alkalischer Reaction, entleert, dasselbe alsdann wie üblich präparirt.

Der erste Versuch beginnt 10 Uhr 5 Min. nachdem das Thier in das Wasserbad gesenkt worden und etwa 15 Min. an dem Respirationsapparate geathmet hatte.

Nachmittags 5 Uhr wurde das Thier erstickt, nachdem die Versuche beendet. Der entleerte Urin zeigte deutlich alkalische Reaction.

Die Section zeigt Nichts abnormes. In der Halsvene findet sich an der Einlassstelle der Injectionsnüle ein wenig geronnenes Blut, welches indess das Einströmen der alkoholischen Flüssigkeit nicht behindert.

Beim Oeffnen des Bauches ist ein schwacher Geruch nach Alkohol wahrnehmbar. Eine auffallende Röthung der Darmoberfläche ist nicht vorhanden.

Zusammenstellung der Versuche am 23. November 1880.

Tabelle VIII.

Ver- suchs- Nummer.	Dauer. Min.	Temperatur.		Anzahl der Respiration. per Min.	Anzahl der ccm injicirt. Lösung.	O-Verbrauch red. auf 0° und 760 mm pr. 15 Min.	CO ₂ -Production per 15 Min.	Respiratorischer Quotient.	Bemerkungen.
		Wasser.	Thier.						
1	15	37,4	37,6	80		206,30	190,40	0,923	
2	15	37,4	38,2	76		286,90	273,15	0,952	Stärkere Bewegung von längerer Dauer.
3	15	37,5	38,2	70		212,27	176,30	0,830	
4	15	37,4	38,2	72		222,40	179,85	0,809	
5	15	37,4	38,2	64		221,25	171,85	0,777	
6	15	37,4	38,2	56		214,00	175,80	0,822	
7	15	37,4	38,2	60		207,80	211,90	1,02	Gegen Ende d. Vers. Bewegung
8	15	37,4	38,2	64		241,55	250,00	1,03	Stärkere Bewegung.
9	15	37,4	38,2			237,90	237,85	1,00	
10	15	37,3	38,2			228,15	213,10	0,934	
						2278,52	2080,20	0,913	
11	15	37,4	38,2	68	4,7	236,40	220,40	0,932	
12	15	37,3	38,1	56	2,0	254,45	229,50	0,902	
13	15	37,4	38,1	56	4,0	278,30	258,20	0,928	Einige ccm der injic. Lösung etwas schnell eingelaufen.
14	15	37,3	38,1	56	2,5	280,65	239,50	0,854	Etwas unruhige Bewegung des Thieres.
15	15	37,3	38,1	56	2,3	279,30	231,55	0,830	
16	15	37,3	38,1	52	2,9	269,85	227,90	0,844	
17	15	37,3	38,1	56	3,2	255,80	218,75	0,855	Bei Berührung der Hornhaut d. Auges energisch. Blinzeln.
18	15	37,4	38,2	60	5,1	254,35	197,60	0,777	
19	15	37,3	38,2	54	7,0	257,10	191,75	0,746	
20	15	37,4	38,2	54	7,4	248,10	197,60	0,798	Augenschluss prompt bei Berührung der Hornhaut.
21	15	37,6	38,2	56	8,6	242,85	194,15	0,798	
						2857,15	2406,90	0,843	
22	15	37,3	38,1	52		239,40	212,40	0,887	
23	15	37,1	38,1	52		271,50	250,05	0,921	
24	15	37,3	38,1	56		266,60	246,90	0,928	
25	15	37,3	38,1	56		267,35	238,15	0,891	
26	15	37,5	38,2	56		268,25	207,35	0,772	
27	15	37,7	38,2	64		262,35	232,20	0,885	
						1574,85	1387,05	0,880	

Mittelwerthe.

1-10	37,4	38,2		227,85	208,02	0,913	Vor der Injection.
11-21	37,4	38,2		259,75	218,81	0,843	Während der Injection.
22-27	37,35	38,15		262,47	231,17	0,880	Nach der Injection.

Versuche am 16. Januar 1881.

Injection von Alkohol bei einem gefütterten Thiere in den Magen.

Die Versuche wurden an einem weiblichen Kaninchen, Albino, ausgeführt, welches bis zum Beginn derselben reichlich gefüttert worden. Sein Gewicht betrug 1710 Gramm.

Vormittags 10 Uhr wurde dasselbe auf dem Halter befestigt, sein Urin entleert. Letzterer zeigt stark alkalische Reaction. Um 10 Uhr 20 Min. wurde das Thier in das Wasserbad gesenkt und begannen um 10 Uhr 30 Min. die Respirationsversuche.

Die Injection der alkoholischen Flüssigkeit erfolgte in den Magen durch eine in die Speiseröhre eingebundene Canüle. Der reichlich aus dem oberen nicht unterbundenen Ende der Speiseröhre abfließende Speichel wirkte reizend auf die Wunden und zeigte das Thier in Folge dessen sehr häufig Unruhe und Bewegung. Es wurde deshalb nachträglich gegen Ende von Versuch 3 in den oberen Theil der Speiseröhre ein kleines Ableitungsrohr eingebunden, durch welches der Speichel abfließen konnte, ohne die Wunden zu berühren.

Um 5 Uhr 15 Min. Nachmittags wurden die Versuche beendet, das Thier 5 Uhr 17 Min. aus dem Wasserbade genommen, die Luftröhre, nach Entleerung des Urins, welcher alkalisch reagirte, geschlossen. Die letzten schwachen Zuckungen erfolgen 5 Uhr 23 Min.

Bei der Section werden die Lungen an einigen Stellen durch pleuritische Adhäsionen angewachsen gefunden, sie zeigen ziemlich ausgedehntes Randemphysem und hyperämische Stellen.

Die Steigerung des Sauerstoffverbrauchs durch den Alkohol tritt auch noch deutlich hervor, wenn man alle Versuche der 1. und 2. Versuchsperiode, in denen das Thier unruhig war, bei Bildung des Mittels heranzieht.

Es ist dann der Sauerstoffverbrauch

im Mittel von 2 bis 11 = 254,3 cem

„ „ „ 12 „ 19 = 274,0 „

In Versuch 20–26 findet unter der Einwirkung der jetzt verabreichten grösseren Dosen ein geringer Abfall des Verbrauchs statt; der Werth von 266,92 steht aber immer noch über dem Mittel der Vorversuche.

Zusammenstellung der Versuche am 16. Januar 1881.

Tabelle IX.

Versuchs-		Temperatur.		Anzahl der		O-Verbrauch red. auf 0° und 760 mm per 15 min.	CO ₂ -Production per 15 Min.	Respiratorischer Quotient.	Bemerkungen.
Numer.	Dauer.	Wasser.	Thier.	Respiration. per Min.	ccm inject. Lösung.				
Min.									
1	15	37,5	38,2			—	—		Mehrfache starke Bewegung.
2	15	37,4	38,2	52		266,20	234,25	0,88	
3	15	37,3	38,2	56		239,80	—		
4	15	37,5	38,3	52		267,65	—		
5	15	37,6	38,3	48		241,50	260,95	1,08	Ablesung vergessen.
6	15	37,6	38,3	50		—	—		
7	15	37,4	38,3	60		234,0	238,20	1,01	
8	15	37,5	38,3	58		294,50	—		
9	15	37,6	38,3	66		245,40	241,75	0,985	Zappelei mit Athemnoth.
10	15	37,5	38,3	62		—	—		
11	15	37,5	38,3	52		245,05	240,25	0,979	
						1232,15	1215,40	0,986	
12	15	37,6	38,3	56	10,0	266,48	214,90	0,809	Athemnoth mit Bewegung. Bewegung. Grössere Bewegung.
13	15	37,6	38,3	54	—	253,65	—		
14	15	37,5	38,3	60	—	273,70	—		
15	15	37,5	38,3	62	—	289,70	—		
16	15	37,5	38,3	62	3,0	283,30	219,05	0,774	Gegen Ende leichte Beweg.
17	15	37,5	38,3	58	3,0	263,65	—		
18	15	37,5	38,3	62	3,0	293,80	223,40	0,761	
19	15	37,6	38,3	60	3,0	267,40	—		
						843,58	657,35	0,779	Am Schluss leichte Beweg.
20	15	37,5	38,3	64	10	288,20	259,50	0,900	
21	15	37,4	38,3	60	10	262,80	256,80	0,977	
22	15	37,5	38,3	60	10	275,40	225,05	0,817	
23	15	37,6	38,3	62	15	255,25	236,40	0,925	
24	15	37,5	38,3	58	15	255,25	230,20	0,902	
25	15	37,6	38,3	62	15	257,20	240,70	0,935	
26	15	37,5	38,3	64	18	274,35	237,90	0,867	
						1868,45	1686,55	0,903	
Mittelwerthe.									
2, 5, 7, 9, 11		37,5	38,3			246,43	243,08	0,986	Vor der Injection.
12, 16, 18		37,5	38,3			281,19	219,12	0,779	Während schwacher Inject.
20—26		37,5	38,3			266,92	240,94	0,903	Während starker Injection.

Versuche am 20. Januar 1881.

Injection von Alkohol bei einem gefütterten Thiere in den Magen.

Als Versuchsthier diente ein weibliches Kaninchen, Albino, das sich in einem guten Futterzustande befand, von 1755 gr Gewicht. Vormittags 9 Uhr 45 Min. wird dasselbe auf dem Halter befestigt, nachdem die Tracheotomie vollzogen, wird behufs Injection in den Magen die Speiseröhre durchschnitten und die beiden Theile durch eine T-förmige Injectionscantile verbunden, damit dersich bildende Speichel in den Magen abfließen kann. Das Thier wird in das warme Wasserbad gesenkt und beginnt 10 Uhr 30 Min. der erste Versuch.

Nachmittags 6 Uhr 45 Min. wurden die Versuche geschlossen. Der entleerte Urin, ca. 46 ccm, ist hell und klar, reagirt ebenso wie der vor dem Versuche entleerte deutlich alkalisch und besitzt einen ziemlich starken Geruch nach Alkohol.

6 Uhr 53 Min. wurde die Luftröhre des Thieres geschlossen, 6 Uhr 54 Min. Athemstillstand, Herzthätigkeit ungestört, 6 Uhr 55 Min. erfolgt die letzte Athembewegung, der Tod tritt ohne Krämpfe ein.

Bei der nun folgenden Section ist beim Oeffnen des Bauchs ein eclatanter Geruch nach Alkohol wahrnehmbar, der Organismus des Thieres zeigt sich durchaus normal, die Lungen sind gut contrahirt, ohne Emphysem. Im Gewebe des linken Lungenflügels sind einige blutreiche Stellen vorhanden, die rechte Lunge ist ganz gesund.

Versuche am 7. Januar 1881.

Injection von Alkohol bei einem hungernden Thiere in die Vene.

Das Versuchsthier war ein männliches Kaninchen, Albino, von 1647 gr Gewicht, welches vor den Versuchen 22 Stunden gehungert hatte. Um 9 Uhr Vormittags wird dasselbe auf dem Halter befestigt und nach der üblichen Präparirung, der Einbindung der Trachealcantile des Respirationsapparates in die Luftröhre, der Injectionscantile in die Halsvene, in das warme Wasserbad gesenkt. Die Athmung am Apparate beginnt um 9 Uhr 45 Min.

Zusammenstellung der Versuche am 20. Januar 1881.

Tabelle X.

Nummer.	Ver- suchs- Dauer. Min.	Temperatur.		Anzahl der		O-Verbrauch red. auf 0° und 760 mm pr. 15 Min.	CO ₂ -Production per 15 Min.	Respiratorischer Quotient.	Bemerkungen.
		Wasser.	Thier.	Respiration. per Min.	con inject. Lösung.				
1	15	37,2	38,0	95	—	—	—	—	Bei Beginn des Versuchs stärkere Bewegung.
2	15	37,4	38,2	76	—	289,40	241,35	0,834	
3	15	37,5	38,3	80	—	279,90	259,55	0,927	
4	15	37,6	38,3	92	—	271,80	271,05	0,996	Stärkere Bewegung.
5	15	37,6	38,4	90	—	278,15	300,00	1,08	
6	15	37,4	38,3	84	—	261,45	252,10	0,965	
7	15	37,6	38,4	84	—	262,40	266,20	1,01	
8	15	37,5	38,3	88	—	274,25	272,10	0,993	
9	15	37,4	38,3	76	—	275,25	271,40	0,985	
						2192,60	2133,75	0,973	
10	15	37,3	38,3	74	5,0	295,55	272,45	0,921	Starke Bewegung.
11	15	37,5	38,3	78	5,0	279,40	270,65	0,968	
12	15	37,5	38,3	72	3,0	284,95	259,55	0,912	
13	15	37,5	38,3	78	3,0	295,10	255,10	0,864	
14	15	37,5	38,3	—	3,0	—	—	—	
15	15	37,6	38,3	70	3,0	—	—	—	
16	15	37,4	38,3	76	3,0	328,85	263,75	0,802	
17	15	37,5	38,3	76	3,0	312,75	261,05	0,833	
18	15	37,5	38,3	84	3,0	330,50	270,85	0,819	
19	15	37,5	38,3	—	3,0	304,65	253,40	0,831	
						2431,75	2106,80	0,866	
20	15	37,6	38,4	—	6	299,85	260,35	0,868	Schwache Bewegung. Auge starr, unempfindlich.
21	15	37,6	38,4	—	6	298,00	253,70	0,851	
22	15	37,6	38,4	64	6	303,00	243,55	0,803	
23	16	37,6	38,4	66	10	282,10	247,50	0,877	
24	14	37,6	38,4	68	19	297,70	262,40	0,881	
25	15	37,6	38,4	70	20	297,40	256,35	0,862	
26	15	37,7	38,4	66	20	302,80	274,05	0,904	
27	15	37,6	38,4	70	30	295,30	267,50	0,906	
						2376,15	2065,40	0,869	
28	15	37,5	38,3	78	29	307,30	224,90	0,732	Zucknng. u. Beweg. d. Lippen.
29	15	37,5	38,3	74	—	255,20	219,20	0,858	
30	15	37,5	38,3	104	30	284,98	188,10	0,660	Das Thier macht von Zeit zu Zeit Schluckbeweg. u. beständig Bewegungen d. Lippen.
31	15	37,4	38,3	80	30	234,70	215,35	0,915	
32	15	37,5	38,3	76	30	251,05	179,40	0,713	
33	15	37,5	38,3	78	—	232,35	154,80	0,666	
						1565,48	1181,75	0,755	

Mittelwerthe.

1—9	37,5	38,3	86	—	274,07	266,72	0,973	Vor der Injection.
10—19	37,5	38,3	76	—	303,97	263,35	0,866	Während schwacher Injection.
20—27	37,6	38,4	67,3	—	297,02	258,17	0,869	Während stärkerer Injection.
28—32	37,5	38,3	82	—	260,91	196,96	0,755	Während sehr starker Inject.

Zusammenstellung der Versuche am 7. Januar 1881.

Tabelle XI.

Ver- suchs-		Temperatur.		Anzahl der		O-Verbrauch red. auf 0° und 760 mm. per 15 Min.	CO ₂ -Production per 15 Min.	Respiratorischer Quotient.	Bemerkungen.
Nummer	Dauer Min.	Wasser.	Thier.	Respiration. per Min.	can inject. Lösung.				
1	15	36,6	37,4			293,65			{ Das Thier befreit sich mit dem Kopfe von dem Halter, ist während d. ersten 4 Ver- suche sehr unruhig.
2	15	37,0	37,8	62		306,25			
3	15	37,5	38,3	56		298,05			Stärkere Zuckungen.
4	15	37,4	38,3			288,15			
5	15	37,5	38,3	66		265,40			Ziemlich starke Zuckungen.
6	15	37,7	38,5	54		262,40	208,0	0,794	
7	15	37,7	38,5	50		270,00	242,30	0,896	
8	15	37,4	38,3	56		251,75	221,70	0,881	
9	15	37,5	38,3			250,35	217,65	0,869	
						1034,50	889,65	0,860	
10	15	37,7	38,5	52	3,7	248,10	194,93	0,786	{ Aus der Nebenleitung wird ohne Beunruhigung des Thieres Wasser entfernt.
11	15	37,6	38,4	48	4,0	239,60	223,80	0,933	
12	15	37,5	38,3	60	3,0	280,80	239,90	0,854	
13	15	37,4	38,3	52	3,0	286,85	268,65	0,937	
14	15	37,4	38,3	54	3,0	278,95	262,20	0,940	
15	15	37,5	38,3	48	5,0	293,05	241,35	0,822	
16	15	37,6	38,4	50	4,6	—	—	—	
17	15	37,6	38,4	48	5,8	—	—	—	
						1627,35	1430,83	0,879	
18	20	37,4	38,3	62		—	—	—	{ Gute Reaction der Pupillen zu Anfang des Versuchs, später nicht mehr.
19	20	37,6	38,3	62		275,40	240,65	0,876	
20	20	37,5	38,3	54		230,90	212,80	0,758	
21	20	37,5	38,3	56		283,30	237,10	0,837	
22	20	37,5	38,3	52		279,75	220,30	0,785	
23	20	37,5	38,3	52		260,50	219,20	0,841	
						1379,85	1130,05	0,819	
24	20	37,6	38,4	50		280,0	—	—	
25	20	37,6	38,4	52		278,2	—	—	
26	20	37,6	38,4	52		261,7	—	—	
27	10	37,7	38,4	52		261,9	—	—	
						1081,8	—	—	
Mittelwerthe.									
6-9		37,5	38,4			258,60	222,41	0,860	Vor der Injection.
10-15		37,5	38,4			271,22	238,47	0,879	Während der Injection.
19-23		37,5	38,3			275,97	226,01	0,819	Nach der Injection.
24-27		37,6	38,4			270,45			Längere Zeit nach der Inj.

Nachdem das Thier einige Zeit am Respirationsapparate geathmet, wird es sehr unruhig, reisst sich mit dem Kopfe von dem Halter los und muss auf's Neue befestigt werden. Die ersten fünf Versuche sind daher von geringem Werthe, wesshalb wir uns die Mühe der Kohlensäurebestimmung ersparten.

Ende des Versuchs Nachmittags 5 Uhr 25 Min. Während der letzten drei Versuche befand sich das Thier in einem unempfindlichen Zustande.

4 Uhr 43 Min. reagirt die Pupille nicht mehr, noch lebhaftes Zwinkern.

4 Uhr 46 Min. Augapfel vorgetrieben, reagirt wie vorher.

4 Uhr 54 Min. Augapfel noch mehr vorgetrieben. Pupille erweitert.

5 Uhr 2 Min. Hervortreten des Auges geringer. Reaction geringer.

5 Uhr 11 Min. Die Pupille reagirt auf starkes Licht.

5 Uhr 24 Min. Das Thier reagirt nur noch träge auf Berührung.

5 Uhr 28 Min. wird das Thier erstickt. 5 Uhr 31 Min. erfolgen die letzten wahrnehmbaren Zuckungen.

Bei der nachfolgenden Section enthält die Halsvene bis zur Einmündung der Armvene geronnenes Blut, das Herz ist stark aufgetrieben, die Lunge bis auf wenige hyperämische Stellen gut. Der übrige Organismus wird gut befunden.

Durch das in der Vene befindliche geronnene Blut war die Injection, wie dieses bei der Section vorgenommene Versuche ergeben, nicht behindert.

Versuche am 1. Februar 1881.

Injection von Alkohol in den Magen.

Das Versuchsthier, ein weibliches Kaninchen, Albino, welches nach Entleerung des sauer reagirenden Urins 1779 gr wog, vor dem Versuche 48 Stunden gehungert hatte und vor dieser Zeit 24 Stunden hindurch mit Brod gefüttert worden war.

Dasselbe befand sich in einem guten Ernährungszustande. Vormittags 9 $\frac{1}{2}$ Uhr wird es auf dem Halter befestigt, wie in den früheren Versuchen präparirt und erfolgte die Injection in den Magen mittelst der T-förmigen Canüle.

Zusammenstellung der Versuche am 1. Februar 1881.

Tabelle XII.

Versuchs-		Temperatur.		Anzahl der		O-Verbrauch red. auf 0° und 760 mm per 15 Min.	CO ₂ -Production per 15 Min.	Respiratorischer Quotient.	Bemerkungen.
Nummer	Dauer Min.	Wasser.	Thier.	Respiration. per Min.	ccm injectirt. Lösung.				
1	15	37,7	38,5			351,60	247,15	0,702	Thier wird erst währ. dieses Versuchs ins Bad gesenkt. Zu Anf. des Versuchs Beweg. Mittelstarke Bewegung.
2	15	37,6	38,5			360,00	246,40	0,684	
3	15	37,7	38,5	84		353,80	246,30	0,695	
4	15	37,8	38,6	90		352,20	241,05	0,685	
5	15	37,4	38,5	85		315,80	238,40	0,753	Am Schluss des Vers. Beweg.
6	15	37,7	38,5	80		338,40	243,10	0,719	
7	15	37,5	38,3	78		317,30	266,60	0,842	
8	25	37,8	38,5	82		—	—	—	
9	20	37,2	38,3	60		310,20	214,80	0,693	Das Thier reisst sich mit dem Kopfe von dem Halter los; 10 Min. Luftathmung.
10	15	37,5	38,3	64		311,60	217,80	0,698	
						3010,90	2161,60	0,718	
11	15	37,5	38,3	62	5,0	283,50	222,90	0,785	Während der Inject. Schluck- bewegung.
12	15	37,4	38,3	62	5,0	295,40	224,60	0,760	
13	15	37,5	38,3	62	—	277,95	216,90	0,780	
14	15	37,5	38,3	52	5,0	290,40	217,50	0,751	
15	15	37,5	38,3	66	5,0	278,60	229,30	0,823	Gegen Ende unregelmässiges Athmen.
16	16	37,5	38,3	54	5,0	292,75	215,60	0,737	
17	14	37,5	38,3	56	—	282,75	215,50	0,763	
18	15	37,5	38,3	52	—	278,60	210,60	0,756	
19	15	37,5	38,3	56	—	276,60	222,20	0,804	
20	15	37,5	38,3	65	—	281,20	228,30	0,811	
21	15	37,4	38,3	50	—	282,58	—	—	
						2837,75	2203,40	0,776	
22	15	37,5	38,3	55	15	300,65	206,40	0,684	3 ccm 10 ⁰ / ₀ Alkohols, Rest u. alle folg. Inj. 20 ⁰ / ₀ Alkoh. Das Thier reagirt auf jed. Reiz. Das Thier ist für Reiz un- empfindlich.
23	15	37,5	38,3	56	10	268,40	214,60	0,800	
24	20	37,5	38,3	60	10	293,70	210,15	0,714	
25	20	37,5	38,3	55	10	260,90	220,90	0,847	
26	20	37,4	38,3	53	10	283,85	209,00	0,736	
27	20	37,3	38,2	61	10	266,90	219,90	0,824	
28	20	37,2	38,2	68	10	273,00	199,70	0,732	Zuckende Lippenbewegung. Der injectirte Alkohol steigt zum Theil durch die Speise- röhre in das Maul d. Thiers.
29	20	37,3	38,2	60	20	273,70	189,80	0,693	
30	15	37,7	38,3	74		282,20			
						2221,10	1670,45	0,752	
Mittelwerthe.									
		37,6	38,4	78		334,54	240,18	0,718	Vor der Injection.
		37,5	38,3	59		283,77	220,34	0,776	Während schwacher Injection.
		37,4	38,3	59		277,63	208,80	0,752	Während starker Injection.

Um 10 Uhr wird das Thier mit dem Respirationsapparate verbunden, alsdann in das warme Wasserbad gesenkt und begann um 10 Uhr 15 Min. der erste Versuch.

Die Injection der 10procentigen Lösung resp. alkoholischen Flüssigkeit begann mit dem Versuche Nr. 11; vom 23. Versuche an wurde eine 20procentige Flüssigkeit benutzt, um dem Thiere bei den grossen Dosen Alkohols nicht zu bedeutende Mengen Wassers zuzuführen.

Die zuckenden Lippenbewegungen des Thieres, welche während des Versuches Nr. 28 begannen, dauern bis zum Ende der Versuche fort, werden aber gegen den Schluss schwächer. Das Maul ist mit Schaum gefüllt, die Augen sind stark hervorgetreten.

6 Uhr 18 Min. wird die Luftröhre geschlossen, 6 Uhr 20 Min. letzter schwacher Versuch zum Athemholen. Die Erstickung erfolgt ohne jede auffallende Körperbewegung.

In der Blase nach dem Tode 55 cem sauer reagirenden Harns, welcher deutlich nach Alkohol riecht.

Blase und Leber sind stark geröthet. Die Lungen sind zum Theil hyperämisch und zeigen Randemphysem, der übrige Organismus des Thiers wurde ganz normal befunden.

Wir stellen nunmehr die Resultate unserer Untersuchungen über den Einfluss des Alkohols auf den thierischen Stoffwechsel in der folgenden General-Tabelle übersichtlich zusammen.

Ein Blick auf dieselbe lässt uns einige wichtige Schlüsse in Bezug der Wirkung des Alkohols auf den thierischen Organismus thun. Zunächst ist in sämtlichen Versuchen, entgegen den Angaben der meisten früheren Autoren, aber in Uebereinstimmung mit den Angaben von Lallemand, Perrin und Duroy die Grösse des Sauerstoffverbrauchs bei den gefütterten Thieren nach Injection von Alkohol, sowohl in das Blut, wie in den Magen, gesteigert.

Nur nach sehr grossen Dosen, welche eine deutliche Narkose des Thieres im Gefolge hatten ¹⁾, tritt eine Verminderung des Sauerstoffverbrauchs zu Tage, so in Tab. X.

1) Es sei hier erwähnt, dass bei den verschiedenen Individuen sehr ungleiche Mengen von Alkohol erforderlich waren, um die Narkose herbeizuführen

General-Tabelle Nr. II.

Mittelwerthe aus den Versuchen mit alkoholischer Flüssigkeit.

Versuche mit gefütterten Kaninchen.

Nr. der Tabelle	Zahl der Versuche		cem der injicirten Flüssigkeit	O-Verbrauch (0° 760 mm) pr. 15 Min.	CO ₂ -Production pr. 15 Min.	Respiratorischer Quotient.	Bemerkungen.
	angestellte	aus denen die Mittelwerthe berechnet					
VI	6	6	—	189,93	181,25	0,954	Vord. Inject. in die Vene
	3	3	9,2	222,11	205,48	0,925	Während der Injection
	6	6	—	273,78	238,91	0,873	Nach der Injection
	10	9	—	267,10	284,90	1,06	5 Stdn. nach der Injection
VII	7	7	—	202,96	208,84	1,03	Vor d. Inject. in die Vene
	9	9	42,3	274,40	259,62	0,923	Während der Injection
	8	6	—	273,76	249,54	0,910	Nach der Injection
	2	2	—	257,30	272,50	1,05	5½ Stdn. nach der Inj.
VIII	10	10	—	227,85	208,02	0,913	Vor d. Inject. in die Vene
	11	11	49,7	259,75	218,81	0,843	Während der Injection
	6	6	—	262,47	231,17	0,880	Nach der Injection
IX	11	5	—	246,43	243,08	0,986	Vor d. Inj. in den Magen
	8	3	22,0	281,19	219,12	0,779	Während der Injection
	7	7	93,0	266,92	240,94	0,903	Während fortgesetzter Inj.
X	9	8	—	274,07	266,72	0,973	Vor d. Inj. in den Magen
	10	8	34,0	303,97	263,35	0,866	Während der Injection
	8	8	117,0	297,02	258,17	0,869	Während fortgesetzter Inj.
	6	6	119,0	260,91	196,96	0,755	Während fortgesetzter tiefe Narcose bewirkender Inj.

Versuche mit hungernden Kaninchen.

XI	4	4	—	258,60	222,41	0,860	Vor d. Inject. in die Vene
	8	6	32,1	271,22	233,47	0,879	Während der Injection
	6	5	—	275,97	226,01	0,819	Nach der Injection
	4	4	—	270,45	—	—	2½ Stdn. nach der Inject.
XII	10	9	—	334,54	240,18	0,718	Vor d. Inj. in den Magen
	11	10	25,0	283,77	220,34	0,776	Während der Injection
	9	8	95,0	277,63	208,80	0,752	Während fortgesetzter Inj.

Eine scheinbare Ausnahme zeigt Tab. XII beim hungernden Thiere. Hier tritt nach Injection in den Magen eine nicht unerhebliche Verminderung des Sauerstoffverbrauchs auf.

Wir möchten jedoch auf dieses Ergebniss keinen allzu grossen Werth legen. Wie ein Blick auf die Tabelle lehrt, war das Thier in Versuch 1 bis 10 sehr unruhig, während es sich vom Beginn der Injection an absolut ruhig verhielt.

Wir erklären demgemäss den hier sich zeigenden Widerspruch mit unseren übrigen Versuchen daraus, dass die häufigen lebhaften Bewegungen in den Versuchen 1—10 den Sauerstoffverbrauch mehr steigerten, als dies später der Alkohol bei dem durch die Anstrengungen erschöpften Thiere zu thun im Stande war.

Im Gegensatz zu Bock und von Bauer muss ich besonders hervorheben, dass der vermehrte Sauerstoffverbrauch unter Einwirkung von Alkohol, nicht etwa durch Muskelbewegung bedingt war.

Es fiel vielmehr auf, dass schon kurz nach Injection der alkoholischen Flüssigkeit die Thiere fast immer sehr ruhig waren, so dass der erhöhte Sauerstoffverbrauch nicht durch willkürliche Muskelbewegung erklärt werden kann.

Von erheblicher Bedeutung in der Frage, ob der Alkohol im Organismus oxydirt werde oder nicht, ist das von uns beobachtete Verhalten des respiratorischen Quotienten bei vorher mit Kohlenhydraten reichlich gefütterten Thieren. Dieser Quotient sinkt in allen Fällen, verhält sich also so, wie es unter der Annahme, dass der Alkohol, welcher verbrennend den Quotienten 0,66 geben würde, im Organismus oxydirt werde, zu erwarten war ¹⁾.

Besonders interessant und lehrreich ist, dass in den meisten Versuchen der unter Einwirkung der Alkoholinjection herabgesetzte respiratorische Quotient einige Stunden nachher wieder aufsteigt und sich jenem Werthe aufs Neue nähert, welcher der Verbrennung von Kohlenhydraten entspricht. Niemals, auch nicht wo sehr bedeutende Mengen injicirt wurden, nimmt der Quotient den der Alkoholverbrennung entsprechenden niedrigen Werth an. Es scheint demgemäss, als ob der Alkohol zwar einen Theil des

1) Alkohol = $\left. \begin{array}{l} \text{C}_2\text{H}_6\text{O} \\ + 6 \text{ O} \end{array} \right\} = 2 \text{ CO}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$, mithin respirator. Quotient $= \frac{2}{3} = 0,66$.

thierischen Oxydationsprocesses unterhalten kann, dass er aber keinenfalls, wenn auch seine Menge mehr als ausreichend zur Bindung des aufgenommenen Sauerstoffs ist, die Kohlenhydrate ganz zu ersparen im Stande ist.

Die Versuche der Tab. XII, bei denen der Alkohol in den Magen eines hungernden Thiers injicirt worden, zeigen das scheinbar paradoxe Ergebniss, dass der respiratorische Quotient nach der Alkoholinjection nicht unerheblich ansteigt. Ich glaube dieses Verhalten aus den Eigenthümlichkeiten des Kaninchenmagens erklären zu müssen. Bei nüchternen Thieren ist derselbe noch mit erheblichen Mengen Futters angefüllt. Dieses Futter wird durch die in den Magen injicirte Flüssigkeit ausgelaugt und so bedingt die Alkoholinjection in den Magen, Zufuhr von Kohlenhydraten in das Blut, welche, neben dem Alkohol verbrennend, den Quotienten in die Höhe treiben.

Der Sectionsbefund bestätigt die gegebene Erklärung. Wir haben nämlich niemals den Magen so leer und so fest um die auffallend ausgetrockneten Inhaltsreste gefunden, als in diesen Versuchen.

Versuche von Mering und Zuntz (Tab. XXVII, S. 209), in denen nach Injection von schwefelsaurem Natron in den Magen der Quotient ein ähnliches Ansteigen zeigt, sprechen auch für die Richtigkeit des eben Angeführten.

Resümirend fasse ich die wichtigeren Resultate meiner Arbeit in folgenden Sätzen zusammen.

1) Die Kohlenhydrate Traubenzucker und Rohrzucker können in reichlichen Mengen dem Blute eines Thieres zugeführt werden, ohnedass dessen Sauerstoffbedarf steigt.

2) Die Kohlensäurebildung wächst unter diesem Verhältniss, indem sich der respiratorische Quotient der Einheit nähert.

3) Dextrin scheint, auch in das Blut eingeführt, stark reizend auf den Darmkanal und die Nieren zu wirken und dadurch den Stoffwechsel zu steigern.

4) Direct oder vom Magen her in das Blut gebrach-

ter Alkohol wird theilweise innerhalb des Organismus oxydirt und wirkt in diesem Sinne verändernd auf den respiratorischen Quotienten ein.

5) Der Sauerstoffverbrauch wird durch Alkoholgenuss erheblich gesteigert und nimmt an dieser Steigerung meist auch die Kohlensäureausscheidung, wenn auch in einem geringeren Maasse Theil.

Es ist demgemäss unrichtig, dem Alkohol eine die Oxydationsprocesse herabsetzende Kraft zuzuschreiben.

Das häufig beobachtete Sinken der Temperatur des Körpers nach dem Genuss von Alkohol ist daher der vermehrten Abgabe von Wärme zuzuschreiben, welche so stark ist, dass sie die vermehrte Bildung übercompensirt.

6) Die Muskelarbeit scheint die Art der Umsetzungen im Körper, so weit sich dieses aus dem respiratorischen Quotienten ergibt, nicht zu beeinflussen.

Am Schlusse meiner Abhandlung bleibt es mir noch übrig, zu bemerken, dass die Versuche, welche in derselben Erwähnung fanden, im thierphysiologischen Laboratorium der landwirthschaftlichen Akademie zu Poppelsdorf ausgeführt wurden.

Herr Professor Dr. N. Zuntz hatte die Güte, mir bei Ausführung dieser Versuche mit Rath und That zur Seite zu stehen und erfülle ich hierdurch gern eine angenehme Pflicht, indem ich meinem hochverehrten Lehrer an dieser Stelle meinen warm empfundenen Dank für die vielfachen Anregungen und Unterstützungen ausspreche, welche mir derselbe stets zu Theil werden liess.

Die Erklärung der Zeichnung des Apparats findet sich p. 228 ff., die der Curventafeln p. 254 und bei Beschreibung der betreffenden Versuche. In allen Curven bedeutet die punctirte Linie Sauerstoffverbrauch, die ausgezogene Kohlensäureproduction. Auf der Abscisse ist die Zeit, auf der Ordinate der Gaswechsel, ausgedrückt in cem pr. $\frac{1}{4}$ Stunde abgesteckt; jede Abtheilung der Abscisse entspricht einer Viertelstunde, jede Abtheilung der Ordinate einem Gasquantum von 10 cem.

Fig. 1. Apparat von F. Wiedersheim.

Verdichtung von Luft, Sauerstoff, Gasen.

Lth. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

10% Alkohols

10% Alkohols

Verlag v. Ernst Strauss in Bonn.