

Die Athmung innerhalb des Blutes.

Zweite Abhandlung.

Von

Alex. Schmidt.

(Mit 4 Abbildungen.)

Seit Jahrzehnten gehen die Meinungen der Physiologen darüber aus einander: ob und wie viel des lose gebundenen Blutsauerstoffes schon innerhalb der Gefäßshöhle in feste Verbindungen, einschliesslich die CO_2 , übergeführt werde, oder ob er zu diesem Ende erst in die Gewebssäfte übergetreten sein müsste. Beide Annahmen konnten nur Wahrscheinlichkeitsgründe jedoch keine Beweise vorbringen. Die Möglichkeit der Entscheidung stellte sich erst dann ein, als die quantitative Bestimmung der Gase des Blutes die Stufe der Vollkommenheit erreichte, deren sie sich jetzt erfreut. Von dieser Zeit an sind nun auch in der genannten Absicht wiederholt Versuche unternommen worden, aus denen sich herausstellte, dass unter verschiedenen Umständen der an die Blutscheiben gebundene Sauerstoff innerhalb des Blutes theils zur Erzeugung von Kohlensäure benutzt werde, theils auch in andern unbekanntem Oxydationsprocessen zur Verwendung kommt, ohne dass sich bei diesem chemischen Vorgang irgend welche andere thierische Gewebsbestandtheile betheiligen. Alle die Fälle von Oxydationen innerhalb des Blutes jedoch, welche bis zum Beginn meiner Untersuchung bekannt waren, unterschieden sich von den Vorgängen, in denen der Sauerstoff während des Lebens verbraucht wird, in auffallender Weise durch die geringe Geschwindigkeit, mit welcher sie abliefen. Dieser eine Umstand genügte, um die ganze Reihe von Oxydationsprocessen, welche in dem aus den Gefässen genommenen Blute beobachtet wurden, für verschieden von denjenigen Vorgängen zu erklären, welche während des Lebens den Sauerstoffverbrauch bedingen. Demnach hätte es scheinen können, als ob im Verlaufe des Lebens die ver-

brennlichen Stoffe des Blutes innerhalb der Gefässe selbst entweder gar keiner Oxydation oder dieser nur in so geringem Maasse unterliegen, dass die Verbrennung im Blute verschwindend sei gegen diejenige, welche mit Hülfe anderer Gewebsbestandtheile vor sich gehe. Eine genauere Ueberlegung liess jedoch erkennen, dass in den bisherigen Versuchen die Reihe der Möglichkeiten noch lange nicht erschöpft sei. Auf eine von der letzteren, welche bisher übersehen worden, hat vor Kurzem *Pflüger* aufmerksam gemacht¹⁾. Er zeigte, dass das arterielle Blut, welches fast momentan nach seiner Entfernung aus dem Gefäss entgast wird, durchweg mehr Sauerstoff abgab, als dasjenige, welches erst einige Zeit nach seiner Entfernung aus dem thierischen Körper von seinen Gasen befreit wurde. Nach dieser wichtigen Beobachtung läuft also mit grosser Geschwindigkeit in dem arteriellen Blut ein Oxydationsprocess ab, durch welchen unabhängig von andern physiologischen Beihülften ein Theil des Blutsauerstoffs in eine feste Verbindung übergeführt wird. — Längere Zeit bevor diese Mittheilung bekannt wurde hatte mich Prof. *Ludwig* auf einen andern Versuch hingewiesen, durch welchen festgestellt werden konnte, ob das Blut Bestandtheile enthielt, die einer raschen Verbrennung durch den in ihm enthaltenen Sauerstoff auch ausserhalb des Körpers unterworfen sind.

Dieser neue Weg, den ich in einer ausgedehnten Versuchsreihe betreten habe, bestand darin, ein Thier zu ersticken und ihm dann, wenn sein Blut voraussichtlich sauerstofffrei geworden, sein Herz aber noch im Schlagen begriffen war, zwei zu einer Doppelanalyse hinreichende Blutmengen zu entziehen, welche durchaus gleiche Zusammensetzung besaßen. Zu der einen dieser Blutmengen sollte dann eine bekannte Menge von Sauerstoff zugesetzt werden, die klein genug war, um vollständig in das Blut überzutreten. Hierauf sollte beiden Blutproben das Gas entzogen und das letztere analysirt werden. Man sieht, dass diesem Versuch die Vorstellung zu Grunde liegt es könnte im Erstickungsblute eine Anhäufung aus den Geweben und Organen stammender oder im Blute selbst entstehender verbrennlicher Stoffe stattfinden, welche unter normalen Verhältnissen durch den überschüssig vorhandenen Sauerstoff vielleicht schon

1) Centralblatt der mediz. Wissenschaften 1867. No. 46.

innerhalb der Capillaren vollkommen verbrannt werden und daher dem Nachweis sich entziehen.

Einen Theil dieser Beobachtungen habe ich in No. 23 des Centralblattes für die medizinischen Wissenschaften, Jahrgang 1867 veröffentlicht. Ich erwähne dieses, um ein Missverständniss zu beseitigen, zu welchem *Pflüger* durch die Kürze der genannten Mittheilung veranlasst worden ist. Die 10—15 % Sauerstoff, von welchen ich am angeführten Orte spreche, bezieht *Pflüger*, ohne dass indess durch den Wortlaut meiner Mittheilung dazu Ursache gegeben ist, auf den normalen Sauerstoffgehalt des arteriellen Blutes; sie stellen aber die Menge von Sauerstoff dar, welche ich künstlich dem Erstickungsblute zugesetzt. Hiemit erledigen sich denn auch die Befürchtungen, welche in Hinsicht auf die von mir benutzte Methode der Gassgewinnung nach den Bemerkungen *Pflüger's* sich einstellen konnten. Es ergibt sich vielmehr, dass die von mir in der nachfolgenden Versuchsreihe für den Sauerstoffgehalt des Arterienblutes gefundene mittlere Zahl innerhalb der Mittelwerthe *Pflüger's* liegt. Sein höchster Mittelwerth beträgt 16,9 %, sein niedrigster 13,3 %; der meine beträgt 16,4 %. Wenn man bedenkt, dass ich meine Sauerstoffbestimmungen an einem Blute ausgeführt, das einem durch seine Grösse tödtlichen Aderlass entnommen war, so wird man unter Berücksichtigung der Erfolge, welche die Farbenprüfung erzielte, den kleinen Unterschied zwischen *Pflüger's* maximalem Mittelwerthe und dem meinigen weniger auf Abweichungen der von mir benutzten Methoden als auf solche des von uns angewendeten Blutes schieben. Die Berechtigung hierfür wird *Pflüger* um so mehr anerkennen, als in seinen eignen Versuchen, aus welchen er seine Maximalmittel ableitete, Unterschiede von 4,85 % vorkommen, die nur von dem analysirten Blute abhängen.

Nach dieser kurzen Einleitung gehe ich zur Beschreibung meiner Versuche über.

Den Apparat, dessen ich mich zur Gewinnung zweier identischer Blutportionen bediente, habe ich bereits in meiner früheren Arbeit¹⁾ beschrieben. Er wich nur insofern von dem damals benutzten ab, als nicht eine breite und eine schmale, sondern zwei schmale Röhren zu einer einzigen Doppelröhre

1) Diese Berichte, pag. 34 ff.

mit gemeinschaftlicher oberer Zu- und unterer Abflussöffnung verbunden waren. Der obere Theil der einen dieser beiden Röhren war bis zu einer Marke kalibriert; sie war zugleich etwas kürzer als die andre, so dass, wenn ihr oberes Ende mit dem der letzteren in gleicher Höhe stand, zwischen ihr unteres Ende und die entsprechende Zinke der unteren Gabel ein kurzes T-förmiges Glasröhrchen eingeschoben werden konnte. An das seitliche Ansatzrohr des letzteren wurde vor dem Auffangen des Blutes eine kleine, etwa 10 Cen. fassende Absorptionsröhre, welche den früher abgemessenen Sauerstoff enthielt, mittelst des an ihrer Mündung angebrachten und durch eine Schraubenklemme geschlossenen Kautschukschlauches befestigt.

Nach Anfüllung aller übrigen Theile des Apparates mit Quecksilber wurde bei dem in passender Lage befestigten Thiere die zum Versuch bestimmte Vene sowie die Trachea blosgelegt und in die erstere eine Canüle, an welche sich eine etwa 2 Fuss lange Glasröhre schloss, eingebunden; dann wurde die Trachea durch eine Schraubenklemme geschlossen, der Moment, in welchem der Aderlass beginnen sollte, abgewartet und nun dem Blute, welches die in der Zuleitungsröhre befindliche Luft selbst verdrängte, mittelst dieser Röhre der Zugang zum Apparat eröffnet. Sobald das durch die absinkenden Quecksilbersäulen in gleichmässiger Vertheilung erhaltene Blut die Marke an der einen Röhre erreicht hatte, wurde der Strom unterbrochen und dann die an beiden Enden der Röhren befindlichen Klemmen geschlossen; die zwischen dem T-rohr und der entsprechenden Blutröhre blieb dagegen geöffnet. Jetzt wurde das den Sauerstoff enthaltende Röhrchen nach unten gesenkt und die dessen Mündung verschliessende Klemme geöffnet; der Sauerstoff, durch Quecksilber verdrängt, stieg empor zum Blute, die über dem T-rohr angebrachte Klemme wurde nun auch geschlossen, beide Blutröhren von einander getrennt und das Blut durch Schütteln mit dem in ihnen zurückgebliebenen Quecksilber defibrinirt. Gleichzeitig fand nun auch die Absorption des Sauerstoffes Statt.

Da ein etwa in der Röhre zurückbleibender Sauerstoffrest sich nicht mehr gut messen liess und dadurch ein nicht zu beseitigender Fehler in die Rechnung hätte eingeführt werden müssen, so war es vor Allem geboten eine vollständige Absorption des Gases zu bewirken; dieses erreichte ich dadurch, dass

ich stets weniger Sauerstoff dem Blute zuführte als dasselbe vermöge seiner Absorptionsfähigkeit für dieses Gas aufzunehmen vermochte. Ferner will ich nicht unerwähnt lassen, dass der aus chloresäurem Kali gewonnene Sauerstoff vor jedem Versuch in Beziehung auf seine Reinheit durch Verpuffen mit Wasserstoff geprüft wurde. Enthielt er messbare Mengen von Stickstoff, so wurden dieselben von dem dem Blute zugeführten Sauerstoffvolum in Abrechnung gebracht.

Der Zeitpunkt, mit dem man das Auffangen des Blutes zu beginnen hat, wird nicht immer gleich weit entfernt vom Moment des Zuklemmens der Trachea liegen dürfen. Wird ein grösseres, aus einer blutreichen Partie des thierischen Körpers kommendes Blutgefäss zum Aderlass benutzt, so kann man mit diesem letzteren so lange warten, bis die reflektorische Reizbarkeit der Cornea erloschen ist. Zu dieser Zeit kann man sicher sein, dass aus dem Blute aller Sauerstoff verschwunden ist. — Will man dagegen das Blut aus einem kleineren Gefäss gewinnen, z. B. aus der Vene, die ihren Inhalt aus den Muskeln des Oberschenkels bezieht, so ist man gezwungen, den Aderlass alsbald zu beginnen, nachdem die Erstickungskrämpfe beendet sind und das während derselben pulslose Herz seine Schläge wieder begonnen hat. Die Wahl dieses früheren Zeitpunktes bringt es allerdings mit sich, dass die Sicherheit ein vollkommen sauerstofffreies Blut zu erhalten eine geringere ist, aber man erreicht es nur auf diese Weise, dass die zu zwei Analysen nöthige Blutmenge gewonnen wird, bevor noch eine Gerinnung der zuerst in die Röhre eingeleiteten Blutmengen eingetreten ist. Zur Unterstützung des langsamen Venenstromes hilft in diesen Fällen auch die pausenweise angewendete Reizung des Muskels nicht mehr, weil in den späteren Stadien der Erstickung der Muskel sehr bald aufhört auch auf die stärksten Induktionsströme zu reagiren.

Die Handgriffe, welche zum Einbinden des Ueberfüllungsrohres in die Blutgefässe nöthig sind, gestalten sich je nach der Lage des letzteren wie selbstverständlich verschieden. Da sie für die leichter zugänglichen Gefässe eben so einfach als bekannt sind, so wird es genügen, wenn ich nur diejenigen erwähne, deren ich mich beim Auffangen des Blutes aus den Oberschenkelmuskeln und aus der Leber bediente.

Das Venenblut aus den Oberschenkelmuskeln gewann ich

dadurch, dass ich die Ven. Cruralis unmittelbar vor ihrem Eintritt in die Unterleibshöhle isolirte und darauf Ligaturen um alle die Aeste legte, welche das Blut aus der Haut in die Schenkelvene überführten, also namentlich um den Stamm der Vena Crural. gleich unterhalb der Ven. profunda und ebenso um die Ven. epigastrica inf. und pudenda externa. Da die Venen in der Schenkelbeuge straff angespannt sind, und sehr nahe an einander liegen, so vermeidet man Blutungen mit Sicherheit nur dann, wenn man mit einer stumpfen gebogenen Sonde die Trennung der Venen vornimmt. — Sind die eben genannten Unterbindungen ausgeführt, so werden nun auch Schlingen um das obere Ende der Vena Cruralis, und eben solche um sämtliche Muskelvenen gelegt, und diese mit einer Schleife geschlossen; dann wird die Canüle in den Stamm der Schenkelvene eingebunden und nach Lösung der Schlinge das Auffangen des Blutes begonnen.

Das Lebervenenblut wurde durch einen Doppelkatheter aufgefangen, der mit dem bekannten Instrument von *Cl. Bernard* grosse Aehnlichkeit hatte. Die Katheterisirung erfolgte von der unteren Hohlvene aus. Der Katheter bestand aus zwei in einander liegenden, an beiden Enden offenen Metallröhren, von welchen die äussere, 300 mm. lange an dem einen Ende einen Kautschukschlauch trug, welcher auf die innere, 370 mm. lange Röhre luftdicht aufgebunden werden konnte; nahe diesem Ende zweigte sich von der äusseren Röhre ein kurzes mit Kautschukschlauch und Klemme versehenes Seitenrohr ab, durch welches ihre Höhlung mit dem Blutrecipienten in Communication gesetzt werden konnte. An dem entsprechenden Ende der inneren Röhre befand sich gleichfalls ein mit einer Klemme versehener Kautschukschlauch, auf das entgegengesetzte Ende war eine feine luftdicht schliessende Blase aufgebunden. Vor der Einführung des Katheters wird nur der Schlauch am Seitenrohr geschlossen.

Die Bauchmuskeln wurden durch einen in der rechten regio lumbalis nahe beim Rückgrat und parallel demselben geführten Schnitt durchtrennt und von hier aus mit Schonung des Bauchfelles bis zur unteren Hohlvene vorgedrungen. Die Lumbalarterien wurden während der Operation unterbunden. Der Katheter, dessen innere Röhre so weit zurückgezogen wurde, dass die collabirte Blase sich innerhalb der äusseren befand,

wurde nun, nach Unterbindung der Hohlvene oberhalb der Nierenvenen, so weit in dieselbe eingeschoben, bis nach Augenmaass angenommen werden konnte, dass derselbe die Einmündungsstellen der Lebervenen erreicht hatte, dann wurde die innere Röhre allein bis in's Herz fortgeschoben, die auf dem Kautschukschlauch der äusseren Röhre bereit liegende Schlinge zugezogen, die Blase durch kräftiges Lufteinblasen ausgedehnt, der Schlauch am Ende dieser Röhre während des Lufteinblasens zugeklemt und die Klemme des Seitenrohres geöffnet. Erst wenn das Blut aus dem letzteren hervortrat und somit die Luft in der äusseren Röhre des Katheters ganz verdrängt war, wurde die Verbindung desselben mit dem Blutsammelapparate hergestellt, dessen Füllung schnell und ohne Schwierigkeiten von Statten ging.

Einige Augenblicke nach beendetem Blutauffangen starb das Thier. Wie die unmittelbar nach dem Tode gemachte Sektion ergab war die Absperrung des Herzens jedes Mal vollkommen gelungen; der rechte Vorhof war durch die gespannte Blase mächtig ausgedehnt worden und lag der letzteren überall dicht an. Von einer Verunreinigung des Lebervenenblutes durch rückströmendes Körperblut konnte also nicht die Rede sein. —

Häufig, jedoch nicht jedes Mal, kam es vor, dass das arteriell gemachte Blut sehr bald, oft noch während des Schüttelns mit Sauerstoff wieder merklich dunkler wurde. — Nachdem der zugesetzte O vollkommen absorbiert worden, wozu meist ein 5 Minuten langes Schütteln hinreichte, wurde das Blut auf 5—8 Minuten in Wasser von 36—38° gestellt, dann in den zur Luftpumpe gehörenden Recipienten übergefüllt und entgast. Während dess befand sich das unveränderte Erstickungsblut in Eiswasser. Alle das arterialisirte Blut betreffenden Manipulationen konnten so rasch ausgeführt werden, dass dasselbe höchstens 20—30 Minuten nach seiner Entfernung aus dem Körper sich bereits im luftleeren Raume befand.

Die Sauerstoffbestimmung geschah stets durch Verpuffen mit Wasserstoff. Die Bestimmung der geringen Sauerstoffmengen, die das ursprüngliche Erstickungsblut häufig noch enthielt, war nur möglich unter Zusatz einer gemessenen Menge atmosphärischer Luft. —

Auf diese Weise habe ich bei zehn verschiedenen Hunden Erstickungsblut aufgefangen. In zwei Fällen habe ich dasselbe

aus Venen gewonnen, die ihren Zufluss aus der Haut und den Muskeln empfangen, in vier anderen aus der Carotis (wovon ein Mal bei Reizung der plexus brachiales und ischiadici), in noch zwei anderen aus der Lebervene, und zwar ein Mal ohne, das andre Mal mit Unterbindung der Leberarterie, und endlich in zwei Fällen aus einer Vene, deren Wurzeln innerhalb der Oberschenkelmuskeln gelegen sind. — In der nachstehenden Uebersicht der Resultate aus den genannten Beobachtungen bedeuten die Zahlen den Gasgehalt in 100 Theilen des Blutvolums. Die Maasse der Gase sind auf 0° und 1 M. Hg. berechnet. Die unter dem Tabellenkopf »Bemerkungen« enthaltenen Angaben bitte ich nicht unberücksichtigt zu lassen.

Nr. des Versuches	Name des Gefässes	Zusatz	Zusammensetzung der gewonnenen Gase in 100 Theilen Blut	Verschwendeter O	Gewonnene CO ₂	Bemerkungen
I.	Venen aus den ruhenden Muskeln des Oberschenkels und aus der Bauchhaut.	Ohne 11,71% O	CO ₂ 34,91 O 0,81 N 1,47 CO ₂ 36,31 O 11,18 N 1,69	1,34	1,40	Der Sauerstoff vor dem Defibriniren des Blutes zugesetzt.
II.	Venen aus den ruhenden Muskeln des Oberschenkels und aus der Bauchhaut.	Ohne 10,87% O	CO ₂ 37,14 O 1,70 N 1,47 CO ₂ ? O 9,62 N 1,47	1,23*)	?	Sauerstoffzusatz vor d. Defibriniren. *) Unter der Voraussetzung berechnet, dass das Blut ursprünglich frei von O gewesen. Ist diese Annahme unrichtig, so ist der Sauerstoffverlust zu klein angenommen.
III.	Venen aus der Bauchhaut und aus den Muskeln des Oberschenkels.	Ohne 14,88% O	CO ₂ 38,54 O 2,71 N 0,76 CO ₂ 40,96 O 12,51 N 1,50	2,37	2,42	Sauerstoffzusatz vor d. Defibriniren. Die Muskeln vor und während des Blutauffangens gereizt, so dass nachweislich mehr als die Hälfte des aufgesammelten Blutes aus den Muskelvenen kam.

Nr. des Versuches	Name des Gefässes	Zusatz	Zusammensetzung der gewonnenen Gase in 100 Theilen Blut	Verschwundener O	Gewonnene CO ₂	Bemerkungen
IV.	Venen aus den Muskeln des Oberschenkels.	Ohne 13,18 $\frac{0}{0}$ O	$\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ 38,64} \\ \text{O} \text{ 0,20} \\ \text{N} \text{ 0,67} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ 39,87} \\ \text{O} \text{ 10,06} \\ \text{N} \text{ 0,89} \end{array} \right.$	3,32	1,23	Sauerstoffzusatz vor d. Defibriniren. Die Muskeln vor und während des Auffangens gereizt.
V.	Carotis	Ohne 12,18 $\frac{0}{0}$ O	$\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ 33,38} \\ \text{O} \text{ 0,00} \\ \text{N} \text{ 1,26} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ 35,66} \\ \text{O} \text{ 9,74} \\ \text{N} \text{ 1,21} \end{array} \right.$	2,44	2,28	Sauerstoffzusatz vor d. Defibriniren. Das kräftige Thier verfiel in sehr heftige Athemkrämpfe. Nach Beendigung derselben wurden die plexus ischiadici und brachiales mit kleinen Pausen gereizt.
VI.	Carotis	11,24 $\frac{0}{0}$ O	$\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ 33,61} \\ \text{O} \text{ 9,53} \\ \text{N} \text{ 0,94} \end{array} \right.$	1,71*)		Sauerstoffzusatz nach dem Defibriniren. *) Der Sauerstoffverlust nur aus dem zugesetzten O berechnet, da eine Analyse des ursprünglichen Erstickungsblutes fehlt.
VII.	Carotis	Ohne 14,00 $\frac{0}{0}$ O	$\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ 42,84} \\ \text{O} \text{ 0,84} \\ \text{N} \text{ 1,28} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ 45,00} \\ \text{O} \text{ 13,16} \\ \text{N} \text{ 1,39} \end{array} \right.$	4,65	2,19	
VIII.	Carotis	Ohne 15,36 $\frac{0}{0}$ O	$\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ 43,90} \\ \text{O} \text{ 0,00} \\ \text{N} \text{ 1,86} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ 44,65} \\ \text{O} \text{ 14,07} \\ \text{N} \text{ 1,26} \end{array} \right.$	1,29	0,75	

Nr. des Versuches	Name des Gefässes	Zusatz	Zusammensetzung der gewonnenen Gase in 100 Theilen Blut	Verschwindener O	Gewonnene CO ₂	Bemerkungen
IX.	Lebervene des sterbenden Thieres.	Ohne	CO ₂ 37,71	0,60	0,98	
			O 2,98			
			N 1,42			
		11,28%	CO ₂ 38,69			
			O 13,66			
			N 1,29			
X.	Lebervene des sterbenden Thieres nach Unterbindung der Leberarterie.	Ohne	CO ₂ 23,03	0,03	0,21	
			O 1,94			
			N 0,90			
		12,71%	CO ₂ 23,24			
			O 14,62			
			N 0,83			

Aus den vorstehenden Zahlen geht hervor:

1) dass das Erstickungsblut in allen Fällen einen Stoff enthält, welcher in kürzester Zeit einen Theil des dem Blute zugesetzten Sauerstoffes bindet, gleichgiltig ob das Blut vor diesem Zusatz schon geronnen war oder nicht. Das Blut aus der Leber des nicht erstickten Thieres enthielt diesen Stoff in verhältnissmässig geringer Menge, nach Unterbindung der Leberarterie dagegen auffallender Weise gar nicht.

Der Vorgang, durch welchen der dem Erstickungsblute zugesetzte Sauerstoff verschwindet, ist offenbar ein anderer als derjenige, welchen man bei früheren Versuchen im sauerstoffhaltigen Blute ausserhalb des Körpers beobachtete. Im Erstickungsblute wurde ein Theil des locker gebundenen Sauerstoffes unmittelbar nach seinem Zusatz in feste Verbindungen übergeführt, ein Ausspruch, für welchen das rasche Nachdunkeln des mit Sauerstoff geschüttelten hellrothen Blutes eintritt. Der Rest des locker gebundenen Sauerstoffes, welcher nach dieser plötzlichen Oxydation noch übrig ist, bleibt dagegen unverändert zurück. Im gewöhnlichen Blute dagegen findet zwar auch, namentlich wenn es bei normaler Körperwärme aufbewahrt wird, eine Umwandlung des lose- in festgebundenen Sauerstoff statt, aber dieser Process schreitet von seinem Beginn bis zu seinem Ende ganz allmähig und gleichmässig vorwärts, so dass in der Regel erst nach mehrstündigem Aufenthalt in einer Temperatur von 38° bis 40° C. so viel des verdunstbaren Sauer-

stoffs fest gebunden ist, als dieses nach wenigen Minuten schon im Erstickungsblute geschah.

2) Ein Theil des zum Erstickungsblute gesetzten Sauerstoffs verschwindet auch dann, wenn das erstere ursprünglich noch eine kleine Menge von locker gebundenem Sauerstoff enthielt und dieselbe ausserhalb des Körpers bei mehrstündigem Aufenthalt in Eiswasser sich bewahrte. Da das Blut des erstickten Thieres, vorausgesetzt, dass das Auffangen desselben in einem späteren Termin stattfindet, immer sauerstofffrei gefunden wird, so geht zunächst aus der letzterwähnten Beobachtung hervor, dass die Atomgruppen, welche im Erstickungsblute den Sauerstoff zu verzehren vermögen, in dieser Beziehung weniger energisch wirken als ein anderer uns noch unbekannter Umstand innerhalb des Blutstromes.

Was der ursprünglich im Erstickungsblut vorhandene Sauerstoffrest nicht zu vollführen vermochte, gelang dem neuhinzugesetzten. Dieses eigenthümliche Verhalten des künstlich hinzugebrachten im Gegensatz zum ursprünglichen Sauerstoff könnte man erklären wollen entweder durch eine Massenwirkung, oder durch die Annahme, dass nicht alle Massen des verdunstbaren Sauerstoffes mit denselben Affinitäten gefesselt sind, oder endlich könnte man sich vorstellen, dass der Sauerstoff vor seinem Uebergange in die Blutscheiben die in der Blutflüssigkeit aufgelösten Stoffe leichter ergreift als nachdem er zu den Körperchen getreten. Von diesen Erklärungen scheint die letzte unvereinbar mit dem Nachdunkeln des Blutes, nachdem es durch Sauerstoffzusatz zuerst hellroth geworden war. Gegen die Massenwirkung spricht eine später zu erwähnende Thatsache. Also bliebe als Erklärungsgrund nur die ungleiche Affinitätsgrösse übrig, mit welcher die verschiedenen Portionen des verdunstbaren Sauerstoffes im Blute gebunden sind.

Die eben angestellte Betrachtung würde sich als unnütz erweisen, wenn ein Verdacht, auf den man leicht verfallen könnte, sich bestätigte. Das reine Erstickungsblut wurde nach dem Aderlass sogleich in Eiswasser gestellt, das mit Sauerstoff versetzte dagegen einige Minuten hindurch noch auf der Temperatur des Körpers erhalten. Man könnte nun den Unterschied im Verhalten des Sauerstoffes der beiden Blutsorten in der Einwirkung der ungleichen Temperaturen suchen. Diesen Verdacht beseitigt jedoch ein später mitzutheilender Versuch, in welchem

der Unterschied im Verhalten des zugesetzten und des ursprünglichen Sauerstoffes gerade so wie sonst hervortrat, trotzdem dass in beiden Fällen das abgelassene Blut in Eiswasser gebracht worden war.

Ordnet man, wie es in der nachstehenden Tabelle geschehen ist, das Volum des aus 100 Theilen Blut verschwundenen Sauerstoffes seiner absoluten Grösse nach und vergleicht man diese Reihe mit der Menge des ursprünglich im Erstickungsblut vorhandenen oder mit der Menge des zugesetzten Sauerstoffes, so ergibt sich auch nicht die geringste Beziehung zwischen diesen drei Grössen.

Sauerstoff.

Nr. des Versuches	Ver- schwunden	Im Er- stickungsblut enthalten	Zu- gesetzt	Nr. des Versuches	Ver- schwunden	Im Er- stickungsblut enthalten	Zu- gesetzt
4	3,32	0,20	13,18	1	1,34	0,81	11,71
5	2,44	0,00	12,18	8	1,29	0,00	15,36
3	2,37	2,71	14,88	2	1,25	0,00?	10,87
6	1,71	?	11,24	9	0,60	2,98	11,28
7	1,65	0,81	14,00	10	0,00	1,94	12,71

Da keine Beziehung zwischen den verschwundenen und den zugesetzten O's Mengen besteht, so gewährt es keinen Vortheil, die Menge des verschwundenen in seinem procentischen Verhältnisse zum zugesetzten zu berechnen. Nimmt man dagegen an, dass alle zur Analyse verwendete Blutarten die gleiche Sättigungscapacität für den O gehabt haben, z. B. die von 18 Theilen der Volumeinheit, so würden in den vorliegenden Versuchen mit Erstickungsblut zwischen 18.4 und 7.0 Procenten des Maximums der vom Blute fassbaren O-menge verschwunden sein.

3) Statt des verschwundenen O's erscheint jedesmal ein Zuwachs an Kohlensäure. Das Verhältniss zwischen dem in feste Verbindungen übergetretenen Sauerstoff und der erschienenen Kohlensäure ist jedoch durchaus wechselnd, wie die nachstehende Tabelle zeigt, in welcher die Zahlen nach den Werthen des Quotienten $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$ geordnet sind.

Nr. des Versuches	Ver-	Neugebildet	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$
	schwunden O		
9	0,60	0,98	1,63
7	1,65	2,19	1,33
1	1,34	1,40	1,04
3	2,37	2,42	1,02
5	2,44	2,28	0,93
8	1,29	0,75	0,58
4	3,32	1,23	0,37

Die Unbeständigkeit des Verhältnisses von $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$ lässt schliessen, dass die Einbusse an locker gebundenem O nicht etwa dadurch zu Stande kommt, dass er jedesmal zur Oxydation einer ganz bestimmten Atomgruppe verwendet wird. Dieses hat nichts Auffallendes, bei der Vielfältigkeit der oxydablen Atome im thierischen Körper. Bemerkenswerther ist es, dass der Werth des Quotienten die Einheit so beträchtlich übersteigen kann; eine Thatsache, welche darauf hinzuweisen scheint, dass durch den Eintritt des locker gebundenen O's in feste Verbindungen auch noch Zerlegungen anderer Molecüle bewirkt werden können, wobei mit Hilfe des in ihnen enthaltenen O's Kohlensäure frei gemacht wird.

Die bisher vorgelegten Thatsachen dürften es ausser Zweifel stellen, dass die alte schon von *Lavoisier* vertretene Annahme, wonach der O im Lungenblute eine unmittelbare Verbrennung einleitet, wenigstens bis zu einer gewissen Grenze ihre volle Berechtigung hat. Dass die Verbrennung bereits in den Lungen selbst stattfände, würde wohl nur in dem Falle zuzugeben sein, dass in dieselben ein an Sauerstoff sehr armes Blut einströmt, allein es können offenbar in der ganzen Blutbahn und namentlich in den Capillaren Oxydationsprocesse ablaufen, bei welchen in ähnlicher Weise, wie in meinen Versuchen mit Erstickungsblut, wenigstens ein Theil des Blutsauerstoffes im Blute selbst verbraucht wird. Es ist übrigens leicht einzusehen, dass der von mir beobachtete, verhältnissmässig geringe Sauerstoffverbrauch in dem aus dem Körper genommenen Erstickungsblute keineswegs der Annahme in grösserem Maassstabe ablaufender Oxydationen im kreisenden Blute Schwierigkeiten in den Weg legt; denken wir uns nämlich die sauerstoffverzehrenden Substanzen diffundirten aus den Geweben in das Blut, so erscheint

es als möglich, dass durch die Gegenwart des Sauerstoffes selbst, indem er diese Substanzen sofort zerstört, der Strom derselben aus den Geweben in das Blut im Gange erhalten und der Eintritt des diffusiven Gleichgewichtes behindert wird, und dass andererseits bei Unterbrechung der Sauerstoffzufuhr jener Strom sehr bald nach Verbrauch der letzten Sauerstoffatome in's Stocken gerathen muss. Der Gehalt des Erstickungsblutes an leicht oxydirbaren Stoffen wäre dann gering, verglichen mit derjenigen Menge derselben, welche während der Erstickung im Blute verbrannt wurde. Aber auch in anderer Weise lässt sich die Thatsache, dass im Erstickungsblute sich nur geringe Mengen verbrennlicher Stoffe vorfinden, als Folge eben des Sauerstoffmangels deuten. Sollte nämlich die Erzeugung jener Stoffe in den Geweben unmittelbar abhängig sein von der Zufuhr gewisser, wenn auch kleiner Sauerstoffmengen aus dem Blute, so wird beim Aufhören dieser Zufuhr sehr bald die Diffusion derselben stillstehen, weil ihre Erzeugung aufhört. —

Ausser diesen Folgerungen knüpfen sich an meine Erfahrungen noch zahlreiche andre Fragen über das Wo, Woraus, Wann und Wieviel des verbrennlichen Stoffes gebildet werden möchte. Die geringe Quantität, in welcher derselbe vorkommt, giebt uns, besonders bei einem so schwierig zu handhabenden Gemenge wie das Blut, wenig Hoffnung, diese Fragen geradeaus zu lösen. Wir sind deshalb auf einen indirecten und dazu noch beschränkten Weg angewiesen, auf den nämlich, aus den Veränderungen im Gasgehalt des Blutes auf die chemische Umwandlung seiner flüssigen Stoffe zurückzuschliessen.

Die erste Variation, die dieses Verfahren erlaubt, besteht darin, zu ermitteln, ob das Blut, welches aus verschiedenen Organen oder aus demselben Organ bei verschiedenen Zuständen desselben hervorkommt, ungleiche Mengen des locker gebundenen Sauerstoffes verbraucht. Nach dieser Richtung hin gewährt die mitgetheilte Versuchsreihe einige Anhaltspunkte, da das Erstickungsblut an verschiedenen Oertlichkeiten aufgefangen wurde.

Wenn man, wie ich dies in der nachstehenden Zahlenreihe gethan, die Blutarten nach der O's Quantität ordnet, welche sie in eine feste Verbindung überführen konnten, und zugleich den Ort einträgt, woher sie stammen, so ergiebt sich

Nr. des Versuches	Ver-	CO	Blutart
	schwunden		
	O	O	
4	3,32	0,37	gereizter Muskel.
5	2,44	0,93	do. do.
3	2,37	1,02	Haut, gereizter Muskel.
6	1,71	—	Herzblut.
7	1,65	1,33	do.
1	1,34	1,04	Haut und Muskel.
8	1,29	0,58	Herzblut.
2	1,25	—	Haut und Muskel.
9	0,60	1,63	Lebervene bei offener Leberarterie.
10	0,00	—	Lebervene bei unterbundener Leberarterie.

Unverkennbar weisen die Zahlen nach, dass das Blut, welches den gereizten Muskeln entströmte, bedeutend mehr von den oxydablen Stoffen enthält, als das Herzblut oder dasjenige, welches aus den ruhenden Muskeln und der Haut geflossen war; am wenigsten aber enthielt das Blut aus der Leber bez. das aus den Darmgefäßen hervorgegangene. Da in dem 9. Versuch die Leberarterie offengeblieben war, und in diesem Falle kein Erstickungs-, sondern gewöhnliches Venenblut aufgefangen wurde mit einem Gehalt von 3% O, so kann sich sein geringer Gehalt an oxydablen Stoffen aus diesen Umständen ableiten lassen. Alle diese Gründe können jedoch nicht mehr zur Erklärung des Erfolgs im 10. Versuch herbeigezogen werden; denn in diesem war vor der Catheterisirung der Vene die Leberarterie unterbunden gewesen, und dem entsprechend enthielt das Venenblut noch nicht ganz 2% O's. Trotzdem verzehrte dieses Blut gar keinen Sauerstoff. Bis auf Weiteres muss demnach der Gegensatz zwischen dem Blute des gereizten Muskels und dem der Leber aufrecht erhalten werden.

Zur endgiltigen Entscheidung der Frage Wo und zu welcher Zeit die grösste Menge des leichtverbrennlichen Stoffes entstehe, sind jedoch schwerlich die Versuche an dem ganzen Thiere verwendbar, da sich bei ihm durch den Kreislauf die Blutmasse von allen Orten her mischt. Ich hielt es deshalb für gerathener, mich zu Versuchen mit künstlicher Durchströmung möglichst rasch aus den getödteten Thieren herausgenommener Organe zu wenden. Derartige Versuche, mit Sorgfalt angestellt, versprachen zudem noch anderweite Aufschlüsse über den Verbrauch von O und die Bildung der CO₂. Den Einwurf, dass

man durch solche Versuche weniger die Erscheinungen des Lebens der Thiere als die der beginnenden Fäulniß ermittelt, hielt ich nicht für beachtenswerth, weil es fest steht, dass die Blutgefäße, die Zellen, die Muskeln längere Zeit nach ihrer Entfernung aus dem thierischen Körper lebensthätig bleiben, wenn sie mit frischem Blut umspült sind.

Zum ersten Versuch nach dem ebengenannten Princip wählte ich mir die Niere aus. Dieses Organ hat den Vorzug, dass sich der Blutstrom durch dasselbe sehr leicht regeln lässt. Daneben ist seine Anwendung jedoch mit dem Nachtheil verknüpft, dass man kein bestimmtes Kennzeichen für das Fortbestehen seines Lebens besitzt. Harnabsonderung tritt auch bei einem sehr sorgfältig geregelten künstlichen Blutstrom nicht ein. Vielleicht könnte man die Reizbarkeit der kleinen Nierarterien als Prüfungsmittel benutzen.

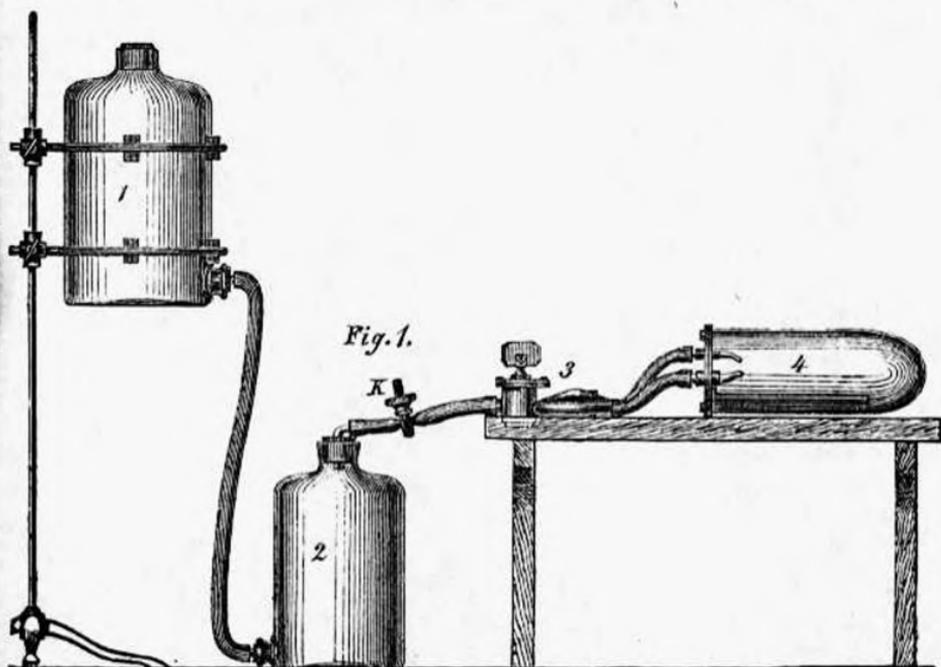
Das Blut und die Nieren, welche ich gebrauchte, wurden meist zweien, in einzelnen Fällen aber auch einem und demselben Hunde entnommen. Um letzteres bewirken zu können, liess ich die grossen zur Verwendung kommenden Hunde aus der Carotis nahezu bis zur Verblutung zur Ader. Das aufgefangene Blut ward defibrinirt, durch Leinen filtrirt und dann in die Flasche gefüllt, von welcher aus der Strom in die Niere geleitet werden sollte. Aus dieser Flasche führte ich mehrere Blutproben natürlich unter Luftabschluss in die Behälter über, welche mit der Blutpumpe in Verbindung gebracht werden können. Eine dieser Proben stellte ich in Eiswasser, die andern setzte ich derselben Temperatur aus, welcher das zum Strom benutzte Blut unterworfen wurde, und zwar ebenso lange wie dieses. Nachdem ich mir das Blut auf diese Weise vorbereitet hatte, tödtete ich das blutarme Thier durch einen Stich in das Herz, nahm eine Niere desselben rasch und vorsichtig heraus und setzte so geschwind als möglich in die Arterie und Vene die in Bereitschaft gehaltenen Glascanülen. Nächst dem unterband ich die am Ureter herablaufenden Arterien und Venen. Die rami communicantes, welche von den Nierenarterien durch die Kapsel gehen, habe ich nicht unterbunden. Trotzdem bluteten sie gewöhnlich nicht; dagegen trat fast regelmässig eine Blutung in das Bindegewebe ein, welches am Hilus der Niere liegt. Da dieses Bindegewebe, bekannten Injectionsversuchen entsprechend, vorzugsweise durch kleine Gefäße versorgt wird, die aus der gabligen Theilung der

Nierenarterie entspringen, so würden die Blutungen in dasselbe wahrscheinlich dadurch vermieden werden können, dass man statt einer Canüle in den Stamm zwei in die beiden Hauptäste der Arterien einsetzte.

Die Operationen an der Niere waren gewöhnlich so rasch beendet, dass 10 bis 15 Minuten nach Herausnahme derselben aus dem Thiere die künstliche Durchströmung beginnen konnte.

Der Apparat mit und in dem der Blutstrom geschah, musste so beschaffen sein, dass er eine leichte Regelung des Stromdruckes gestattete, ferner dass der Strom in seinem ganzen Verlauf sorgfältig von der Luft abgeschlossen war; dann musste das aus der Vene gekommene Blut unmittelbar wieder in die Arterie zu leiten sein, und endlich musste die Temperatur des Blutes und der Niere während mehrerer Stunden auf 36° — 40° C verharren. Alles Dieses war leicht zu erreichen; ich habe die in den folgenden Holzschnitten versinnlichte Construction angewendet.

Fig. 1 stellt eine Seitenansicht des Apparates vor. 1 ist



die mit Quecksilber gefüllte Druckflasche, die auf dem Statif, auf welchem sie ruht, erhoben und gesenkt werden kann. Aus

ihrer unteren Tubulatur geht ein Gummirohr hervor, welches in die untere Tubulatur der Flasche 2 mündet. Diese letztere Flasche ist mit Blut unter Ausschluss aller Luft gefüllt. Aus ihrer obern Oeffnung steigt ein Kautschukrohr empor, welches gegen eine der beiden Mündungen des Stromwenders 3 läuft; aus dem entgegengesetzten Ende des letzteren gehen abermals 2 Röhren hervor, welche durch Kautschuk mit den Canülen für die Arterie und Vene verbunden sind. Die Niere liegt in der Glaskapsel 4; ich habe hierzu eine platt gedrückte Glasglocke, wie sie für Standuhren kleinster Gattung im Handel vorkommen, benutzt; das untere offene Ende derselben war während des Versuches durch eine Messingplatte verschlossen, die mittelst eines Kautschukringes luftdicht auf das Glas gesetzt werden konnte. Diese Platte (Fig. 2) hatte in der Mitte zwei



Fig. 2.

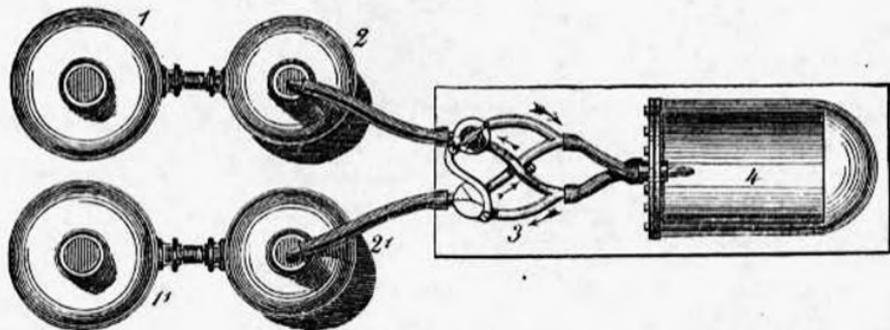
Bohrungen, in welche zwei Metallhülsen verschiebbar und luftdicht passten; in die letzteren waren die Glascanülen für die Blutgefäße fest eingelackt. Die für die Arterie bestimmte Glascanüle war etwas nach unten gegen die für die Vene bestimmte gebogen, so dass beide Röhren sich möglichst nahe in dem Abstände befanden, in welchem die Arterie und Vene der Niere in ihrer natürlichen Lage gestellt sind. An die als Deckel der Glocke dienende Platte war etwas unterhalb ihrer Bohrungen eine zweite Platte unter rechtem Winkel angelöthet (Fig. 4), dieselbe diente als Unterlage für die Niere.

Sollte nun die Niere in diese Kapsel eingeschlossen werden, so wurden zunächst die aus dem Deckel mit ihren Metallhülsen herausgenommenen Glascanülen in die Nierengefäße eingebunden, dann der Niere eine passende Lage auf der betreffenden Platte gegeben und die Canülen wieder in den Deckel gestossen; eine etwa eingetretene Torsion der Gefäße liess sich durch entsprechende Drehung der Canülen im Deckel leicht beseitigen. Die Niere konnte nun, ohne die geringste Lageveränderung zu erleiden, in die Glocke geschoben und in denselben mittelst des erwähnten Kautschukringes luftdicht abgeschlossen werden.

Fig. 3 giebt die Ansicht des Apparates von oben. Man erkennt aus dieser Figur, dass mit dem Stromwender 3 zwei Blutflaschen 2 und 2¹ verbunden sind. Aus der einen strömt das Blut zur Niere, während in die andere das aus der Vene

zurückkehrende Blut übertritt. Jede dieser beiden Blutflaschen ist mit einer zugehörigen Druckflasche verbunden;

Fig. 3.

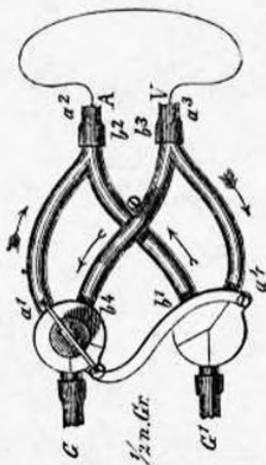


während des Versuchs steht jedesmal diejenige Druckflasche, welche mit der arteriellen Blutflasche verbunden ist, in der gewünschten Höhe über der letzteren; die Druckflasche dagegen, welche mit dem venösen Blutbehälter in Verbindung steht, unterhalb des Niveaus des letzteren, so dass sie saugend wirkt.

Um den Strom aus jeder der beiden Flaschen in die Nierenarterie führen, oder umgekehrt ihn in die Vene aufnehmen zu können, diente der aus Neusilber verfertigte Stromwender Fig. 4. Da dieses Instrument, soweit ich weiss, noch nicht beschrieben ist, muss ich etwas ausführlicher auf seinen Bau eingehen.

A stellt das zur Arterie, V das zur Vene führende Ende dar; mittelst Gummiröhren wurden die beiden anderen Enden G und G' mit den beiden Blutflaschen verbunden. In den Erweiterungen an den unteren Winkeln dieses Röhrensystemes befanden sich zwei durch eine Hebelstange gelenkig mit einander verbundene Hähne, deren Durchbohrungen durch die Linien in der Zeichnung angedeutet sind; der linke Hahn trug einen Handgriff. Die Hebelstange bewirkte die gleichzeitige Drehung beider Hähne und zwar musste, wie schon aus der Zeichnung leicht ersichtlich ist, ihre Drehungsrichtung immer eine entgegengesetzte sein. Der

Fig. 4.



linke Hahn besass ausserdem oben einen seitlichen, in einen kurzen Einschnitt der Wand hineinragenden Zapfen, welcher nur eine Drehung um ungefähr 45° gestattete, so dass bei der in der Zeichnung wiedergegebenen äussersten Stellung dieses Hahnes nach links die Blutbehälter durch die beiden äusseren Röhren des Systems mit der Niere communicirten, während die inneren, gekreuzten, abgesperrt waren, bei der äussersten Stellung nach rechts dagegen die Communication durch die letzteren hergestellt und die durch die ersteren aufgehoben wurde. Die Lage des Handgriffes gab während des Versuches Auskunft über die jedesmalige Stellung der Hahndurchbohrungen, so dass niemals ein Zweifel obwalten konnte über den augenblicklichen Gang des Blutstromes und über die etwa nöthig werdende Abänderung desselben.

Sollte nun das Blut aus dem mit dem Röhrende G in Verbindung stehenden Behälter durch die Niere hindurch in den zweiten mit dem Ende G^1 verbundenen Behälter getrieben werden, so wurde den Hähnen die in der Zeichnung abgebildete Stellung gegeben; der Blutstrom ging alsdann in der Richtung $a^1 a^2 a^3 a^4$ durch das Röhrensystem (in der Niere also von der Arterie zur Vene) zum zweiten Behälter. War sämtliches Blut hier angesammelt, so wurde der linke Hahn nach rechts (der rechte also nach links) gedreht und das Blut durch Quecksilberdruck in den ersten Behälter zurückgetrieben; dasselbe musste nun den Weg $b^1 b^2 b^3 b^4$ nehmen, ging also in der Niere wiederum von der Arterie zur Vene.

Zum Versuch wurden zunächst die beiden Blutbehälter in einen geräumigen Kasten aus Eisenblech gestellt, in welchem sich ausserdem ein als Unterlage für den Stromwender und die Uhrglocke dienendes passend geformtes Holzgestell befand. Auf letzteres wurde dann der Stromwender befestigt und mit den Ausflussröhren der Blutbehälter verbunden. Durch Hinausdrücken des Blutes aus den letzteren, wobei den Hähnen die passenden Stellungen gegeben werden mussten, wurde die Luft aus allen Theilen des Stromwenders verdrängt und die an den beiden Ausflussenden A und V befindlichen Schläuche zugeklemmt. Jetzt erst wurde die Niere exstirpirt, in der bereits angegebenen Weise in die Glocke eingeschlossen und dann mittelst der aus dem Deckel hervorragenden Canülen mit dem Stromwender verbunden.

Der Kasten wurde nun mit Wasser von 37 bis 40° gefüllt und durch abwechselndes Heben und Senken der Druckflaschen der künstliche Nierenkreislauf beliebig lange erhalten.

Der Widerstand, welchen die Niere dem Durchgange des Blutes entgensetzte, war, je nach dem Zustande ihres Gefässsystemes, ein sehr verschiedener. Als extreme Fälle führe ich an, dass es mir ein Mal gelang circa 400 Cm. Blut in $\frac{5}{4}$ Stunden 12 Mal durch die Niere kreisen zu lassen, während in einem anderen Falle eine ebenso grosse Blutmenge innerhalb 2 Stunden die Niere bei gleichem Quecksilberdrucke nur zwei Mal passirte. Auf die Energie der Kohlensäurebildung in der Niere übte übrigens die Schnelligkeit des Blutdurchganges durch dieselbe keinen Einfluss, weil die grössere Häufigkeit der Berührung des Blutes mit der Niere durch die kürzere Dauer der Berührungszeiten compensirt wurde.

Immer zeigte das Blut schon nach einmaligem Durchgange durch die Niere eine dunkelvenöse Färbung; nach 20 bis 30 Minuten langem Durchleiten sah das Blut wie Erstickungsblut aus. Da es mir jedoch darauf ankam mit Sicherheit den Verbrauch allen Sauerstoffes und zugleich eine möglichst bedeutende Anhäufung reducirender Substanzen im Blute zu bewirken, so habe ich den Versuch stets 1 bis 2 Stunden wähen lassen. Ueber die Minimalzeiten des Sauerstoffverbrauches in der Niere kann ich daher keine Angaben machen.

Es versteht sich von selbst, dass die Temperatur des Wassers während des Versuches stets auf der Höhe von 37 bis 40° erhalten wurde, ferner dass nach Beendigung desselben die Ueberfüllung des Blutes in die Recipienten der Luftpumpe unter Luftabschluss geschah und endlich, dass diejenigen Blutportionen, welche nicht sogleich entgast werden konnten, in Eiswasser aufbewahrt wurden. —

Den künstlichen Strom von defibrinirtem O haltigem Blut habe ich durch 5 verschiedene Nieren hindurch geführt. Um diese Versuchsreihe möglichst nutzbar zu machen, habe ich die künstliche Durchleitung des genannten Blutes unter mehrfachen Modificationen geschehen lassen. Dieselben bestanden darin, dass ich von dem defibrinirten O haltigen Blute, welches durch die Niere geleitet wurde, eine Probe so lange im warmen Wasser stehen liess, als der in demselben Wassergefäss vorgenommene Durchleitungsversuch andauerte. Hierdurch erhielt

ich die Angaben über den Unterschied in den Wirkungen der Niere und der Wärme für sich; — 2) vertheilte ich die ganze zur Durchleitung bestimmte Blutmasse auf 2 Flaschen. Nachdem der Inhalt der ersten von ihnen in Folge der Durchleitung die Farbe des Erstickungsblutes angenommen hatte, verwendete ich nun die 2. Flasche zur künstlichen Blutströmung und liess den Inhalt bei demselben Druck, derselben Temperatur und so lange wie den der ersten durch die Niere laufen. Hierdurch erfuhr ich, ob die Fähigkeit der Niere den Gasgehalt des Blutes zu ändern im Verlauf der Zeit ungleich werde; — 3) liess ich durch die Niere erst längere Zeit hindurch einen Strom von Erstickungsblut gehen, auf den ich dann erst das defibrierte O haltige Blut folgen liess. Durch diese Anordnung der Strömung konnte ich erfahren, ob das Erstickungsblut der Niere ihre oxydirenden Wirkungen geraubt hatte; — 4) nahm ich das Blut, welches in Folge seines Durchgangs durch die Niere O-frei oder mindestens sehr arm an O geworden war, aus der Flasche heraus und sättigte es von Neuem mit O. Nachdem dies geschehen, leitete ich es unter denselben Bedingungen wie früher abermals durch die Niere. Dieser Weg ertheilte sowohl Aufklärung darüber, ob das Blut rücksichtlich seines Absorptionsvermögens durch den Strom alterirt war, als auch darüber, ob das Blut zum zweiten Mal in der Niere noch ebenso verändert wurde, wie es zuerst geschah; — 5) in einigen der genannten Fälle gelang es mir auch, möglichst genau die absolute Menge des durch die Niere gegangenen Blutes zu messen, wodurch es mir möglich wurde, die ganze Menge der im Versuch gebildeten CO_2 und des verschwundenen O's zu ermitteln. Nach diesen Mittheilungen werden die nachstehenden Zahlenreihen verständlich sein.

Nr. des Versuches	Blut	Gasgehalt in 100 Theilen des Blutes	Unterschied der Gasmengen in 100 Th. des ursprüngl. u. des nur gewärmten Blutes		Unterschied der Gasmengen in 100 Th. des ursprüngl. u. des durchgeleiteten Blutes		Gesamtmenge der gewonnenen CO ₂
			-O	+CO ₂	-O	+CO ₂	
XI.	Ursprünglich.	CO ₂ 16,07 O 14,84 N 1,14	1,71	0,83	14,84	10,73	52,90 Ccm.
	1,5 Stunden durch die Niere geleitet	CO ₂ 26,80 O 0,00 N 1,62					
	Das ursprüngliche Blut 3 Stunden bei 38° C.	CO ₂ 16,90 O 13,13 N 1,05					
	Das ursprl. Bl. 1,5 Stunden in der Wärme und dann 1,5 Stunden durch die Niere geleitet.	CO ₂ 25,19 O 2,28 N 1,68					40,87 Ccm.
XII.	Ursprünglich.	CO ₂ 18,82 O 15,28 N 1,04	0,36	2,19	14,57	11,44	
	2 Stunden in der Wärme.	CO ₂ 21,01 O 14,92 N 1,32					
	Das ursprl. Bl. 2 Stunden durch die Niere geleitet.	CO ₂ 22,15 O 0,85 N 1,35	0,71	3,01	13,30	9,96	
	Das ursprl. Bl. 4 Stunden in der Wärme.	CO ₂ 24,83 O 14,57 N 1,16					
	Das ursprl. Bl. 2 Stunden in der Wärme und dann 2 Stunden durch die Niere geleitet.	CO ₂ 31,79 O 1,27 N 1,26					

Nr. des Versuches	Blut	Gasgehalt in 100 Theilen des Blutes	Unterschied d. Gas- mengen in 100 Th. des ursprüngl. und des durchgeleiteten Blutes		Gesammtmenge der gewonnenen CO ₂
			- O	+ CO ₂	
XIII.	Ursprünglich.	CO ₂ 26,62 O 17,87 N 0,56	Mindestens	11,13	44,52
	70 Minuten durch die Niere geleitet.	CO ₂ 37,75 O 0 N 2,21			
	Das durch die Niere geleitete Blut mit O gesättigt.	CO ₂ 34,01 O 17,71 N 1,08	10,35	5,22	
	Das mit O gesättigte Blut 35 Minuten durch die Niere geleitet.	CO ₂ 39,23 O 7,36 N 1,04			
XIV.	Ursprünglich.	CO ₂ 17,79 O 15,77 N 1,72	15,35	14,24	Bemerkung. Vor diesem Versuch war durch dieselbe Niere 70 Minuten lang Erstickungsblut geführt worden.
	35 Minuten durch die Niere geleitet.	CO ₂ 32,03 O 0,42 N 1,72			

In dem Blute, das durch die ausgeschnittenen Nieren geleitet wird, verschwindet also, vorausgesetzt dass der Strom lange genug dauert, aller O. Das Blut wird also in dieser Beziehung gerade so wie in einer andern später zu erwähnenden dem Erstickungsblut gleichbeschaffen. Die Geschwindigkeit, mit welcher dieser O Verbrauch vor sich geht, ist mindestens 20—30mal so gross als diejenige, mit welcher der O in dem

*) Das Eudiometer zersprang während der Sauerstoffbestimmung. Die Zahl 16,22 ist unter der Voraussetzung gefunden, dass der Stickstoffgehalt des Blutes vor und nach der Durchleitung durch die Niere gleich gross gewesen. In den beiden vorhergehenden Versuchen war dieses nicht der Fall, insofern das durchgeleitete Blut mehr N enthielt als das ursprüngliche. Demnach dürfte $2,21 - 0,56 = 1,65\%$ der höchste Werth sein, der dem Sauerstoffgehalt des durchgeleiteten Blutes zugeschrieben werden kann.

warmen, innerhalb des Glasgefäßes aufgehobenen Blute erfolgt. Demnach wohnt der ausgeschnittenen Niere ein spezifisches Vermögen inne, den O des Blutes in feste Verbindungen überzuführen. Die Kraft, mit welcher die ausgeschnittene Niere auf das defibrinirte Blut wirkt, scheint, wenn man der folgenden Ueberschlagsrechnung trauen darf, nicht geringer als im lebendigen Körper zu sein. Die Niere macht nämlich nach *C. F. Krause* etwa den 0,003 Theil des Körpergewichtes aus; nach meinen Wägungen beim Hunde noch weniger, und zwar nur etwa 0,002. Die im Versuch XI benutzte Niere gab in 3 Stunden 94 Ccm. CO₂ bei 0° und 4 Met. Hg. Druck; also würden in 24 Stunden 752 Ccm. CO₂ bei 0° und 4 Met. Hg. Druck entstanden sein. Diese enthalten an Gewicht 0,53 gr. Kohlenstoff. Hätten alle übrigen Gewebsmassen des Thieres den C mit gleicher Geschwindigkeit verbrannt, so würden dieselben in 24 Stunden 175 bez. 265 gr. C in CO₂ umgewandelt haben, d. h. ungefähr so viel als nach *Voit* und *Pettenkofer* in 24 Stunden ein erwachsener Mann verbraucht, der keine Nahrung zu sich genommen.

Auch das Verhältniss, in welchem die Volumina des verbrauchten O's und der neugebildeten CO₂ zu einander stehn, ist sehr ähnlich demjenigen, welchem wir bei der normalen Respiration des Fleischfressers begegnen. Zu einer Ableitung dieses Verhältnisses eignen sich aus später ersichtlichen Gründen von den vorstehenden Beobachtungen nur XI, XII und der erste Versuch von XIII. In diesen finden wir den Werth des $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$ zwischen den Grenzen von 0,80 bis 0,69 eingeschlossen, also auch von dieser Seite ist der Gaswechsel in der ausgeschnittenen Niere mit dem normalen Respirationsvorgang übereinstimmend.

Betrachtet man die oxydirenden Fähigkeiten der Niere in ihrer Abhängigkeit von der Zeit, welche seit ihrer Entfernung aus dem lebendigen Thiere verflossen ist, so sagen hierüber meine Beobachtungen aus, dass sie mit der wachsenden Zeit in einer wenn auch geringen Abnahme begriffen sind. Meine Beobachtungen sind jedoch zu unvollständig, als dass sie sich zu weiteren Erörterungen eignen.

Die Niere verliert ihre oxydirenden Wirkungen nicht, wenn sie auch unmittelbar nach dem Ausschneiden und bevor sie von

dem O-haltigen Blut durchflossen wird, eine Stunde lang einem Strom des Erstickungsblutes ausgesetzt wird. (Versuch XIV.)

Das Blut endlich, welches in der Niere seines O's beraubt wurde, besitzt, soweit die Genauigkeit der Beobachtung nicht, noch denselben Absorptions-Coefficienten für O, der ihm vor der Durchleitung zukam, und ebenso ist nach neuer O-Zufuhr seine Oxydationsfähigkeit der ursprünglichen gleich. (Versuch XIII.) Insofern darf wohl auch von Seiten des Blutes diese künstliche Respiration der natürlichen gleichgestellt werden.

Wenn aber dieses gestattet ist, so eröffnen die Beobachtungen, welche nach Analogie der bis dahin mitgetheilten angestellt werden, noch Aussichten auf weitere Aufschlüsse über die Bedingungen, von welchen die Bildung des oxydablen Stoffes abhängt, den ich im Erstickungsblute angetroffen. Namentlich liesse sich jetzt die Frage entscheiden, ob dieser Stoff auch dann noch im Blute sich anhäuft, wenn das letztere als von vorneherein sauerstoffreies durch die Capillaren des lebensthätigen Organes geführt wird. Zu diesem Zwecke musste ich mich wiederum an das Erstickungsblut halten; dabei war aber zu berücksichtigen, dass das Erstickungsblut immer eine gewisse Menge des in Rede stehenden Stoffes von vorneherein enthält, welche demnach von der beim Durchgange durch die Niere etwa hinzukommenden Menge desselben abgezogen werden musste. Bevor ich jedoch meine Versuche nach dieser Richtung hin ausdehnte, schien es mir nothwendig eine Vorfrage zu erledigen.

Wenn man mit Hülfe des O-freien Erstickungsblutes zu erörtern trachtet, ob aus der Niere ein leicht oxydabler Körper gewonnen werden kann, der mit dem dem Blute zugesetzten O CO_2 zu liefern im Stande ist, musste man, wie mir es schien, erst wissen, ob auch das ursprünglich O-haltige Blut, nachdem es in der Niere frei von O gemacht worden, den leicht oxydirbaren Stoff enthalte. Diese Frage ist durch die nun anzuführenden Versuche bejaht worden.

Zum Verständniss des Resultats der Versuche, welche in der oben angegebenen Absicht angestellt und in der folgenden Zahlenreihe wieder gegeben sind, wird die Angabe genügen, dass das dunkel gewordene Blut, welches schliesslich nach mehrmaligem Durchleiten desselben defibrinirten arteriellen Blutes aus der Vene hervor kam, als künstliches Venenblut der

Niere bezeichnet worden ist. Von diesem wurde eine Probe ohne weiteren Zusatz entgast, und das aus ihm gewonnene Luftgemenge analysirt. Zu einer zweiten abgemessenen Portion desselben Blutes wurde eine bekannte Menge von O gesetzt und bis zur vollständigen Absorption derselben geschüttelt; darauf wurde das O-haltige Blut 5 Minuten lang im Wasser von 38° gestellt, und gleich darauf die Entgasung vorgenommen. Mit dem künstlichen Venenblut der Niere wurde also in derselben Weise verfahren, wie es früher bei ähnlichen Versuchen mit dem Erstickungsblut geschehen war. Erwähnenswerth ist ferner, dass ich im folgenden XV. Versuch eine dritte Partie des künstlichen Venenblutes nach vollkommener Sättigung mit Sauerstoff analysirte. Die Sättigung geschah durch Schütteln mit einer gemessenen Menge Sauerstoff, bis Nichts mehr aufgenommen wurde. Der Rest des O wurde wiederum gemessen, die Differenz ergab die Grösse der Sauerstoffabsorption. Durch vorsichtigen Zusatz des Sauerstoffes brachte ich es dahin, dass dieser Rest kaum 1 Ccm. betrug; da er durch etwas Blutschaum verunreinigt war, so konnte die Messung nicht ganz genau ausfallen; dieser Fehler ist aber verschwindend klein gegenüber den groben Zahlen, welche grade dieser Versuch ergeben. Auch die CO_2 menge, die durch Diffusion in den Sauerstoffrest verloren gegangen sein kann, kommt wohl kaum in Betracht, namentlich da die Blutmenge sehr gross, ca. 250 Ccm., genommen war. Dieses Blut war zugleich dasjenige, welches, ohne Anwendung höherer Wärme, unmittelbar nach der Sättigung mit O in Eiswasser gestellt wurde.

Nr. des Versuches	Blutart	Zusatz	Gasgehalt in 100 Theilen des Blutes	Ver-schwundener O	Ge-wonnene CO_2
XV.	a. Künstliches Venenblut d. Niere (Beobachtung XIII.)	Ohne	$\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2 \quad 31,79 \\ \text{O} \quad 1,27 \\ \text{N} \quad 1,26 \end{array} \right\}$		} 0,61 } 3,29
	b. Dasselbe Blut.	11,27% O	$\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2 \quad 32,40 \\ \text{O} \quad 9,23 \\ \text{N} \quad 1,92 \end{array} \right\}$	3,31	
	c. Blut a nach Sättigung mit . . .	23,42% O	$\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2 \quad 34,08 \\ \text{O} \quad 16,64 \\ \text{N} \quad 1,44 \end{array} \right\}$	8,05	

Nr. des Versuches	Blutart	Zusatz	Gasgehalt in 100 Theilen des Blutes	Ver- schwundener O	Ge- wonnene CO ₂
XVI.	Künstliches Venen- blut der Niere aus einem Blut, das nach einer früheren Durchleitung mit Sauerstoff geschüt- telt war.	Ohne 13,66% O	$\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ 39,23} \\ \text{O} \text{ 7,36} \\ \text{N} \text{ 1,64} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ 39,46} \\ \text{O} \text{ 15,55} \\ \text{N} \text{ 0,84} \end{array} \right.$	5,47	0,23

Diese Beobachtungen zeigen, dass auch im künstlichen Venenblut ein Stoff enthalten ist, welcher den locker gebundenen Sauerstoff zu fixiren vermag. Vergleicht man die absolute Menge des durch die Einwirkung dieses Stoffs verschwundenen O's mit den im Erstickungsblut gebundenen Mengen, so zeigt sich, dass vom künstlichen Nierenvenenblut so viel und mehr gebunden werden kann, als dieses das Erstickungsblut im Maximum zu thun vermochte. — Also ist die Niere ein Ort, welcher die Entstehung leicht oxydabler Verbindungen vorzugsweise begünstigt. — Die Menge der CO₂, welche bei der Bindung des zugesetzten Sauerstoffes im künstlichen Nierenvenenblute entsteht, ist in den vorstehenden Beobachtungen absolut, vielmehr also relativ, weit geringer, als wir sie in den früheren Versuchen mit Erstickungsblut gefunden. In der Beobachtung XV, b ist der Quotient $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}} = 0,48$, in XV, c = 0,28, und im Fall XVI ist er sogar nur = 0,04.

Jedenfalls ist es der Mühe werth, zu untersuchen, ob sich ähnliche Verhältnisse auch im natürlichen Venenblut der Nieren einfinden. Wäre dieses constant der Fall, so würden die Zersetzungsvorgänge in der Niere als durchaus eigenthümliche anzusehen sein.

In Beobachtung XV, c nahm das künstliche Nierenvenenblut bei einem gegebenen Gehalt von 4,27% Sauerstoff noch 23,42% auf, enthielt also nun im Ganzen 24,69% O. In Beobachtung XVI wurden zu dem noch 7,36% O enthaltenden Blute 13,66% hinzugesetzt und vollkommen absorhirt; die Gesamtmenge des O's betrug also hier 24,02%. Die Zahlen 24,69 und 24,02 überstiegen aber das Absorptionsmaximum des Blutes in Bezug auf den locker gebundenen O bei Weitem und liefern uns

also den Beweis, dass ein beträchtlicher Theil desselben mit der grössten Geschwindigkeit, während der Sauerstoffabsorption selbst, in feste Verbindungen übergeführt worden ist.

Nimmt man an, dass 100 Th. Blut im Maximum 18 Th. locker gebundenen O enthalten, und drückt man den im künstlichen Nierenvenenblut eingetretenen O-verlust, wie wir das auch in den früheren Versuchen gethan, in Procenten dieses Maximalwerthes aus, so beträgt der O-verlust in Versuch XV, b 18,4 0/0, in Versuch XV, c 44,7 0/0 und in Versuch XVI 30,4 0/0.

Eine andere Erscheinung endlich, die auch beim Erstickungsblute beobachtet wurde, tritt beim künstlichen Venenblute der Niere, insbesondere aber in Beobachtung XVI sehr auffallend hervor, der Umstand nämlich, dass ein in dem Blute noch vorhandener Sauerstoffantheil nicht benutzt wird zur Oxydation des leicht verbrennlichen Stoffes, während sich hierzu der neueingeführte O sogleich befähigt erweist. Der Versuch XVI, in welchem noch 7,36 0/0 O neben einer reichlichen Menge des leicht oxydirbaren Stoffes unverändert bestehen konnten, während von dem zugesetzten O augenblicklich 5,5 0/0 verschwanden, spricht offenbar gegen die Annahme, dass man es hier mit einer Massenwirkung zu thun habe; dagegen scheint durch den Vergleich der Ergebnisse von Versuch XV, b u. c. diese Annahme gestützt zu werden.

Nach allem diesem erscheinen die Nieren vorzugsweise zur Erledigung der Frage geeignet zu sein, ob die Anwesenheit eines ursprünglich O-haltigen Blutes die nothwendige Bedingung sei für die Bildung bez. für das Auftreten der leicht oxydablen Stoffe im Blute. Das Interesse, das sich an die Erledigung dieses Punktes knüpft, liegt auf der Hand. Wenn die Entstehung jener Atomgruppen ohne Zuthun des O im Blute erfolgt, so wird, soweit ich sehe, die Zahl der möglichen Hypothesen, die man für ihre Entstehung aufstellen könnte, sehr bedeutend eingeschränkt. Man würde dann nur noch annehmen können, entweder dass die Wandungen der Capillargefässe einen zerlegenden Einfluss auf die Blutbestandtheile übten, oder dass aus den Gewebssäften die öfter erwähnten Atomgruppen in das Blut diffundirten. Es würde also, wenn diese Stoffe ohne Zuthun des O's entstehen, uns der Beweis geliefert sein, dass der Oxydation eines Theils der complicirten Verbindungen, die im thie-

rischen Körper enthalten sind, eine Zerlegung vorausgehen müsse.

Behufs Beantwortung dieser Fragen habe ich in der nun folgenden Versuchsreihe Erstickungsblut, nachdem jedes Mal durch einen besonderen Versuch festgestellt worden, wie viel Sauerstoff dasselbe fest zu binden vermochte, längere Zeit durch eine Niere geleitet und dann die Grösse des neueintretenden O-verbrauches mittelst Zusatz einer gemessenen O-menge und Analyse der ausgepumpten Blutgase ermittelt. Im Vers. XVII fehlt die Analyse des ursprünglichen Erstickungsblutes; ich habe dasselbe für sauerstofffrei angenommen. Die auf dieser Grundlage berechnete Zahl für den verschwundenen Theil des zugesetzten O stellt also das Minimum des O-verbrauches dar.

Die nachfolgende Tabelle zeigt, was meine Versuche ergeben haben.

Nr. des Versuches	Blutart	Zusatz	Gasgehalt in 100 Theilen Blut	Ver-schwundener O	Ge-wonnene CO ₂
XVII.	a. Erstickungsblut.	11,24% O	CO ₂ 33,61 O 9,53 N 0,94	1,71	0,00
	b. Dasselbe 70 Minuten lang durch die Niere geleitet.	Ohne	CO ₂ 32,20 O 0,00 N 1,46	1,63	
	c. Das durchgeleitete Blut.	10,13% O	CO ₂ 32,20 O 8,50 N 1,02		
XVIII.	a. Erstickungsblut.	Ohne	CO ₂ 43,90 O 0,00 N 1,86	1,29	0,75
	b. Dasselbe.	15,36% O	CO ₂ 44,65 O 14,07 N 1,26		
	c. Blut a 1½ Stunden durch die Niere geleitet.	Ohne	CO ₂ 42,02 O 0,00 N 1,70	Mindestens 2,93	0,90
	d. Das durchgeleitete Blut.	15,62% O	CO ₂ 42,92 O N 14,39		

Nr. des Versuches	Blutart	Zusatz	Gasgehalt in 100 Theilen des Blutes	Ver- schwundener O	Ge- wonnene CO ₂
XIX.	a. Erstickungsblut.	Ohne	$\left. \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ 42,84} \\ \text{O} \text{ 0,84} \\ \text{N} \text{ 1,28} \end{array} \right\}$	1,65	2,49
	b. Dasselbe.	14,00 $\frac{8}{10}$ O	$\left. \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ 45,00} \\ \text{O} \text{ 13,16} \\ \text{N} \text{ 1,39} \end{array} \right\}$		
	c. Blut a 4 $\frac{3}{4}$ Stunden durch die Niere geleitet.	Ohne	$\left. \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ 40,34} \\ \text{O} \text{ 0,00} \\ \text{N} \text{ 1,45} \end{array} \right\}$	3,78	3,00
	d. Das durchgeleitete Blut.	14,64 $\frac{8}{10}$ O	$\left. \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ 43,34} \\ \text{O} \text{ 10,86} \\ \text{N} \text{ 1,44} \end{array} \right\}$		

Unter den 3 vorgeführten Versuchen war das erste Mal die Menge der leicht oxydablen Stoffe, welche das in die Niere eingeleitete Erstickungsblut schon ursprünglich enthielt, nicht vermehrt worden; in den beiden anderen Fällen war dagegen eine Vermehrung eingetreten. Berücksichtigen wir zunächst nur die beiden letzteren, so erkennen wir 1) dass die absolute Menge des O's, welche in dem durch die Niere geleiteten Erstickungsblut zum Verschwinden kam, sich dem von uns in unsren 10 ersten Versuchen beobachteten Maximum anschliesst; da nun in den vorstehenden Beobachtungen das Blut schon vor dem Durchleiten durch die Niere einen Gehalt an sauerstoffverzehrenden Stoffen besass und doch nur jenes Maximum erreicht wurde, so scheint es, dass die Anhäufung dieser Stoffe in sauerstofffreiem Blut über eine gewisse Grenze nicht hinausgeht.

2) Der verschwundene Antheil des zugesetzten O's ist in dem durch die Niere geleiteten Erstickungsblute geringer als in denjenigen Fällen, in welchen sauerstoffhaltiges Blut zur Durchleitung verwendet und in Erstickungsblut umgewandelt wurde. Es scheint demnach die Gegenwart von O eine Bedingung zu sein für das Auftreten der leicht oxydirbaren Stoffe im Blute, resp. für deren Erzeugung.

Wenn wir die im ursprünglichen Erstickungsblute verschwundene O- und die neu gebildete CO₂ Menge von den gleichnamigen Werthen im durchgeleiteten abziehen, so gewahren wir, dass das Verhältniss zwischen diesen beiden Resten ein

ähnliches ist, wie es sich im Venenblut der Niere darbot, das durch Durchleiten von O-haltigem Blute erzeugt worden war. Die Reste, welche übrig bleiben, sind in Beobachtung XVIII 4,64 O u. 0,45 CO₂ und somit der Werth des Quotienten $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}} = 0,09$, in Beobachtung XIX 2,43 O und 0,81 CO₂; der Quotient aus beiden Zahlen beläuft sich demnach auf 0,38.

Der Versuch XVII stimmt insofern mit den beiden anderen nicht überein, als in demselben das durch die Niere geleitete Erstickungsblut von dem zugesetzten O nicht mehr zum Schwinden brachte als das ursprüngliche. Diese Abweichung lässt sich vielleicht im Sinne einer der vorhin aufgestellten Erklärungsgründe für das Erscheinen der oxydablen Stoffe im Blute aus bekannten Diffusionsgesetzen erklären. Hätte in der That die Niere in Versuch XVII nicht mehr leicht oxydirbarer Stoffe enthalten als dem zugeleiteten Erstickungsblute zukam, so würde es selbstverständlich sein, dass das letztere während seines Durchganges durch die Niere keinen Zuwachs an solchen Stoffen erhalten konnte.

Einen Hinweis auf das Stattfinden einer Diffusion zwischen dem Blute und den Nierensäften liefern die Versuche mit Erstickungsblut ausnahmslos insofern, als dasselbe vor dem Durchgange durch die Niere regelmässig mehr CO₂ enthielt als nach demselben; dieser Verlust von CO₂ dürfte kaum einfacher als durch eine Diffusion in das Nierengewebe zu erklären sein.
