XV.

Aus dem Laboratorium der Grazer medicinischen Klinik.

Ueber die Sauerstoffcapacität des menschlichen Blutes in Krankheiten.

Von

Prof. Dr. Fr. Kraus, Privatdocent Dr. Kossler, Dr. W. Scholz.

I. Einleitung.

Angesichts der grossen Zahl von umfassenden Untersuchungen über den respiratorischen Gaswechsel des gesunden wie des kranken, vor allem des anämischen Menschen könnte es auffallen, wie viel weniger die Pneumatologie des normalen und des pathologischen Menschenblutes direct behandelnde Arbeiten bisher vorliegen. Der Grund hierfür liegt aber ziemlich nahe. Bei der hohen Stufe von Exactheit, zu welcher sich in der Physiologie schon seit längerer Zeit die Lehre von den Blutgasen erhoben hat, liess man sich eine Zeitlang verleiten, auch in klinisch-pathologischen Erörterungen, gestützt auf die für verschiedene Versuchsthiere ermittelten quantitativen Beziehungen zwischen Hämoglobin und locker gebundenem Sauerstoff, ausschliesslich das Hämoglobin als Regulator des Sauerstoffverbrauchs im Organismus zu betrachten, und somit Hämoglobinverminderung als gleichbedeutend mit herabgesetzter Gewebsathmung und jede Anämie als eine Art langsamer Erstickung anzusehen. Den einschlägigen Theorien in der Klinik der anämischen Processe gegenüber haben aber die Beobachtungen des einen von uns ¹⁾, dass selbst in Fällen von hochgradigster Anämie sowohl der respiratorische Sauerstoffverbrauch als die Kohlensäureausscheidung ganz innerhalb der bei gesunden Individuen bestehenden Grenzer liegen, ja mit Vorliebe die höchsten physiologischen Werthe erreichen, und dass hierbei auch qualitative Aenderungen des respiratorischen Gaswechsels

1) Fr. Kraus, Zeitschrift für klinische Medicin Bd. XXII. S. 449.
Archiv f. experiment. Pathol. u. Pharmacol. Bd. XLII.

nicht zu Tage treten, durch die Arbeiten von Bohland¹⁾ und von Magnus-Levy²⁾ Bestätigung und Erweiterung gefunden. Für diese weitgehende Unabhängigkeit der durch den respiratorischen Gaswechsel gemessenen Oxydationen vom Hämoglobingehalt im anämischen Organismus musste nun eine Erklärung gesucht werden. Und da fand sich eine radicale Anschauung, welche auf dieser Suche nach regulirenden Mechanismen selbst das physiologische Princip, von welchem jene früheren, die Klinik der Anämie beherrschenden Theorien ausgegangen waren, nämlich die Constanz der Sauerstoffcapacität des Hämoglobins oder wenigstens diejenige des Blutes mit gegebenem Hämoglobingehalt, verwerfen zu müssen glaubte. Wenigstens haben nun solche radicale Anschauungen die Aufnahme gasometrischer Untersuchungen auch zur Lösung von pathologischen Fragen und speciell am Menschenblute neuerlich veranlasst.

Zwar hatte schon Hoppe-Seyler die Ansicht, dass die Sauerstoffcapacität des Hämoglobins eine schwankende sei, völlig aufgegeben. Doch hat zur Befestigung der Anschauung, dass im Blute (derselben Thierart) nur einerlei Hämoglobin von stets gleichem Molekulargewicht funktionire, dessen Eisengehalt, Sauerstoffcapacität und Lichtextinctionsvermögen zu einandergehörige constante Grössen sind, unstreitig Hüfner³⁾ durch seine mit Recht berühmt gewordenen Untersuchungen am meisten beigetragen. Dagegen hat nun Bohr⁴⁾ jüngst weiter behauptet, dass es verschiedene Hämoglobine giebt, die unter gleichen äusseren Bedingungen eine verschiedene Menge von Sauerstoff binden, dass das in gewöhnlicher Weise aus dem Blute dargestellte krystallinische Hämoglobin selbst bei ein und derselben Thierart eine wechselnde Zusammensetzung hat, und dass endlich anzunehmen ist, das gewöhnliche Hämoglobin sei eine Mischung von Hämoglobinen mit verschiedener Sauerstoffabsorption. Um ein Maass zu gewinnen für dieses wechselnde Vermögen des Blutes, beziehungsweise des Hämoglobins, Sauerstoff zu binden, stellte er den Begriff des „specifischen Sauerstoffgehaltes“ des Blutes auf, worunter er die — variable — Sauerstoffmenge versteht, welche vom Blute (Hämoglobin) per Gramm Eisen (bei 15° und 760 mm Druck) aufgenommen wird. Den gleichen Standpunkt nehmen ausserdem noch

1) Bohland, Berliner klin. Wochenschrift 1893. S. 417.

2) Magnus-Levy, Ebenda. 1895. Nr. 30.

3) Es sei hier bloss Hüfner's einschlägige Arbeit in der Zeitschrift für physiol. Chemie Bd. I, S. 317 und S. 386, sowie die abschliessende Untersuchung in Dubois-Reymond's Archiv (physiol. Abtheil.) 1894, S. 130 citirt.

4) Bohr, Skandinavisches Archiv für Physiologie Bd. III. p. 76 und 101.

Abrahamson¹⁾, Haldane²⁾ und Tobiesen³⁾ ein. Hüfner hat es seither bereits allerdings zum mindesten höchstwahrscheinlich gemacht, dass die verschiedenen Hämoglobine Bohr's Gemenge sind von gewöhnlichem Oxyhämoglobin und Zersetzungsproducten desselben.

Biernacki wiederum glaubte, indem er direct der klinischen Frage näher trat, ob das Blut anämischer Menschen nicht selbst ein Anpassungsvermögen hinsichtlich der Sauerstoffaufnahme besitze, sich an einem relativ grossen Material bestimmt überzeugt zu haben, dass bei Kranken mit sogar bis auf die Hälfte der Norm reducirtem Hämoglobingehalt des Blutes die nach vorheriger Sättigung auspumpbaren Sauerstoffmengen von den gewöhnlichen Werthen gar nicht abweichen. Als den wesentlichen compensirenden Factor spricht Biernacki gewisse neben dem Hämoglobin im Blute (gelöst) vorhandene, der Menge und dem chemischen Verhalten nach selbst sehr variable Verbindungen, die Fibringeneratoren, an.

Bei unseren eigenen einschlägigen Versuchen kam es uns natürlich vor allem gleichfalls auf die Erhellung der pathologischen Seite des Gegenstandes an, um so mehr, als, abgesehen von Biernacki, auch Bohr und Tobiesen gerade in dieser Richtung bereits ebenso bestimmte wie auffallende Angaben gemacht hatten. Nach Bohr wäre schon im normalen Arterienblute von verschiedenen Individuen derselben Art der specifische Sauerstoffgehalt sehr variabel; und im strömenden Venenblute soll er geringer als im zugehörigen Arterienblute sein. Durch Blutverlust nimmt im Arterienblut der specifische Sauerstoffgehalt ab. Durch Einathmen sauerstoffarmer Luft fällt derselbe gleichfalls herab. Im Erstickungsblut wäre der specifische Sauerstoffgehalt vermehrt. Durch gewisse Vergiftungen wird ebenfalls in markanter Weise der specifische Sauerstoffgehalt beeinflusst u. s. w. Die grosse pathologisch-physiologische Bedeutung des variablen specifischen Sauerstoffgehaltes bestände darin, dass er ein Regulationsmittel darstellen würde für die Sauerstoffspannungen in den Geweben, so dass die Zellen immer unter möglichst günstigen Bedingungen ihre Umsetzungen bewerkstelligen.

II. Methodik.

Wir machten das Blut selbst und nicht Blutlösungen zum Untersuchungsobject, weil wir auf diese Weise den maassgebenden physio-

1) Abrahamson, Ueber den Sauerstoff des Blutes. Kopenhagen 1893.

2) Haldane, Journal of Physiology Vol. XVI. p. 468.

3) Tobiesen, Skandinavisches Archiv für Physiologie Bd. VI. p. 273.

logischen Bedingungen am nächsten zu kommen glaubten. Ausgegangen sind wir von einer Definition des Oxyhämoglobins, welche hauptsächlich auf dem Absorptionsspectrum (Mitte des 2. Streifens bei $\lambda = 5395$) und der Constanz der Sauerstoffmenge, die das Blut einer Einheit absorbirtes Lichtes entsprechend aufzunehmen vermag, beruht.

Zur Ermittlung dieser Sauerstoffmenge hatten wir die Wahl zwischen mehreren Methoden. Wir konnten das Verfahren des Auspumpens nach vorheriger Sättigung des Blutes, die Benutzung des Kohlenoxyds zur Austreibung des Sauerstoffes, den absorptiometrischen Weg oder eine combinirte Methode wählen. Zur Entscheidung, welche von dieser Verfahrensweisen exclusiv den Vorzug vor allen übrigen verdient, sind wir wohl kaum berufen. Wir selbst bedienten uns des Evacuationsverfahrens (Sättigung des Blutes durch Schütteln mit Sauerstoffgas, welches unter Atmosphärendruck steht, nachherige Entgasung einer Blutprobe und Analyse der gewonnenen Luft), weil es das technisch einfachste ist, und sind dabei geblieben, weil wir fanden, dass unsere in den Einzelversuchen gemachten Bestimmungsfehler keine wesentlich grösseren waren als bei einem anderen Vorgehen. Von vornherein ist es natürlich klar, dass die Werthe für die Sauerstoffcapacität verschieden gross ausfallen werden, je nachdem man aus vorher mit Sauerstoff gesättigtem Blut dieses durch Auspumpen, beziehungsweise durch Einwirkung von Kohlenoxyd wieder zu gewinnen sucht oder die Sauerstoffmenge bestimmt, welche eine verdünnte Hämoglobinlösung absorbirt. Der Unterschied ist durch verschiedene Ursachen bedingt, welche insgesamt dahin zusammenwirken, dass mit dem Absorptiometer zu grosse, mit dem blossen Vacuum zu kleine Werthe gewonnen werden. Die mit Hülfe unseres Verfahrens erhaltenen Bestimmungsgrössen sind somit von vornherein als Näherungswerthe im Sinne von Minimalzahlen zu betrachten.

Fast immer wurde defibrinirtes (Rinder- und Menschen-) Blut verarbeitet. Erfahrungsgemäss ändert sich der Hämoglobingehalt durch die Defibrinirung nicht immer bloss um einige Zehntelprocente, (vgl. Tabelle II). Das beim Schlachten der Thiere aufgefangene und unter Luftzutritt geschlagene Rinderblut war gewöhnlich zwischen 12—1 Uhr mittags aus dem Schlachthause ins Laboratorium gebracht und bis zur Vornahme des gasometrischen Versuches bei Zimmertemperatur (17,5—24° C.) aufbewahrt worden. Gewöhnlich führten wir den absorptiometrischen Versuch mit Rinderblut 4, höchstens 5 Stunden nach dem Schlachten aus. Eine zweimalige Verwendung

desselben Blutes geschah meist so, dass sich der zweite Absorptionsversuch an den ersten unmittelbar anschloss. Nur einige Male wurde die erste Schüttelung mit Sauerstoff um 11 Uhr vormittags, die zweite um 6 Uhr nachmittags vorgenommen. Und ganz ausnahmsweise lag ein noch grösserer Zeitraum zwischen den beiden Parallelversuchen (bis 17 Stunden, man vgl. hierüber die an den Schluss gestellten Versuchsprotokolle). Das menschliche Blut haben wir stets durch Aderlass aus der Vena mediana gewonnen, an der Luft bei möglichstem Ausschluss von Verdunstung defibrinirt und sofort auch für den Absorptionsversuch verbraucht.

Zum Schütteln des Blutes mit Sauerstoff bedienten wir uns des Glas-cylinders einer dem Miescher'schen Absorptionstonometer genau nachgebildeten Vorrichtung. Der Schüttelapparat besteht hier aus einem Cylinder von nicht ganz 350 ccm Inhalt, welcher am oberen und unteren Ende durch 2 Glashähne verschlossen ist. Der untere Hahn ist ein Ausflusshahn, welcher ausserdem noch zur Verbindung des Apparates mit einer Quecksilberfüllkugel verwendet wird. Der obere Hahn ermöglicht es, den Cylinder mit Blut und mit Sauerstoff zu beschicken. Beide Hähne sind Schwanzhähne, so dass die schädlichen Räume bis zum Cylinder gespült werden können. (Von dem im oberen Theil des Apparates seitlich angeschmolzenen Ansatzrohre haben wir hier keinen weiteren Gebrauch gemacht. Der dasselbe schliessende 3. Hahn der Vorrichtung blieb immer geschlossen, mit dem Manometer des Absorptionstonometers wurde der Cylinder nie verbunden, das Schüttelgefäss wurde immer allein geschüttelt.)

Der Sauerstoff wurde in folgender Weise dargestellt: In eine Zweiliterflasche wurde unter Belassung eines nur ganz geringfügigen Luft-raumes dreiprozentige Wasserstoffsuperoxydlösung gefüllt und durch einen Trichter tropfenweise einprocentige Kaliumpermanganatlösung zufließen gelassen. Nach längerer Gasentwicklung, durch welche die geringe Luftmenge der Flasche und des Verbindungsrohres ausgetrieben werden sollte, wurde das Sauerstoffgas in einem dichten Gasometer über Wasser aufgefangen. Das bei den einzelnen Absorptionsversuchen auf seine jeweilige Zusammensetzung geprüfte Gas enthielt (von Ausnahmefällen abgesehen, über 90—95 Proc. Sauerstoff.

Die Füllung des Schüttelapparates geschah mittels der schon von Jaquet¹⁾ in seinen Untersuchungen über die Wirkung mässiger Säurezufuhr auf die Kohlensäuremenge des Blutes angewendeten Manipulationen. Der untere Ansatz des Cylinders wurde zunächst mit einer Quecksilberfüllkugel verbunden und der Apparat, inbegriffen den oberen Ansatz und die eine (verticale) Bohrung des zugehörigen Hahnes, mit Quecksilber gefüllt. Dann wurden beide Hähne zuge dreht und die Füllkugel abgenommen. Zur Beschickung des Cylinders mit Blut wurde hierauf auf den oberen Ansatz mittels eines kurzen Kautschukschlauches ein Glastrichter befestigt, in welchem das defibrinirte und filtrirte Blut direct auf das Quecksilber

1) Jaquet, Archiv f. experiment. Pathol. u. Pharmacol. Bd. XXX. S. 311.

aufgemessen wurde. Durch Oeffnen des unteren Hahnes (verticale Bohrung) floss nun Quecksilber aus dem Apparate aus, und Blut stömte in den Cylinder ein. Die Menge des auf diese Weise eingeführten Blutes betrug immer etwa 50 ccm. Enthielt der Apparat (inclusive der verticalen Bohrung des oberen Hahnes) die gewünschte Blutmenge, so wurden wiederum beide Hähne zugedreht und der Trichter abgenommen. Darauf wurde der obere Ansatz des Cylinders mit dem Sauerstoffgasometer verbunden. Nachdem die ganze Verbindungsstrecke vom Gasometer bis zum Cylinder (durch die Schwanzbohrung des oberen Hahnes) sorgfältigst gespült worden war, wurden wieder beide Hähne geöffnet, und an Stelle des durch die Schwanzbohrung des unteren Hahnes ausfliessenden Quecksilbers strömte der Sauerstoff, mit welchem das Blut geschüttelt werden sollte, in den Apparat ein. Bei diesem Ueberführen vom Gasometer in den Cylinder wurde dafür gesorgt, dass das zufließende Gas immer unter positivem Druck sich befinde. War schliesslich so viel Gas eingeströmt, dass ausser Sauerstoff und Blut nur mehr eine ganz geringe, in allen Versuchen gleich gehaltene Menge Quecksilbers (20 ccm) verblieb, so wurde der Gasometer entfernt und der obere Hahn (verticale Bohrung) zum völligen Ausgleich des Ueberdrucks des eingeschlossenen Gases mit dem Atmosphärendruck rasch geöffnet und wieder zugedreht. Der vor dem Schütteln im Cylinder auf diese Weise hergestellte Druck schwankte innerhalb relativ enger Grenzen, die Druckdifferenz in sämtlichen Versuchen überstieg nicht 21 mm. Bei dem nun folgenden Schütteln des Apparates wurde durch rasche, kurze und kräftige Bewegungen der ganze Cylinderinhalt in Bewegung versetzt und nach wenigen Minuten das Blut in eine feine Schaummasse, das Quecksilber in feinste Tröpfchen verwandelt. Dieses in allen Absorptionsversuchen ganz gleichmässig vorgenommene Schütteln dauerte jedesmal 20 Minuten. Die Temperatur, von welcher aus gegangen, und zu welcher schliesslich wieder zurückgekehrt wurde bei jedem einzelnen Versuche, war annähernd dieselbe; der grösste Unterschied beläuft sich in den verschiedenen Versuchen auf $6,5^{\circ}$ C. (Hinsichtlich des jeweiligen Druckes und der Temperatur vergleiche man übrigens die unten stehenden Versuchsprotokolle.) Nachdem das Schütteln beendet war, wurde durch abermaliges Nachfliessen von Sauerstoff aus dem Gasometer (in der oben beschriebenen Weise) wiederum im Cylinder Atmosphärendruck hergestellt. Denn es kommt darauf an, nicht allein den gesammten in der Probe vorhandenen Blutfarbstoff in Oxyhämoglobin zu verwandeln, sondern auch die gesammte Flüssigkeit unter einer Sauerstoffatmosphäre von bekanntem hohem Drucke zu halten, damit das Blut auch mit dem physikalisch absorbirbaren Gasantheile gesättigt bleibe. Damit sich der Schaum zusammensetze und die ins Blut hineingeschüttelten Bläschen nicht absorbirter Luft entweichen, blieb nach dem Schütteln der Apparat wenigstens 20 Minuten stehen; dabei konnte sich auch die durch die mechanische Bewegung etwas erhöhte Temperatur wieder ausgleichen. Darauf wurde mittels Quecksilbers vom unteren Ansatz des Cylinders her zunächst das Gas aus dem Apparat verdrängt und ebenso ein Theil des Blutes, bis aller Schaum und die in Bläschenform eingeschlossenen Luftbläschen sicher fortgeschafft waren. Mit dem sauerstoffgesättigten, Gas in Bläschenform nicht mehr einschliessenden Blut wurde dann eine Geppert'sche Pipette

gefüllt, welche bekanntlich das strömende Blut zu messen gestattet. Unser in diesen Versuchen verwendeter Blutrecipient fasst 20,922 ccm.

Die Entgasung der auf ihre Sauerstoffcapacität zu prüfenden Blutprobe geschah mittels einer Kahlbaum-Eger'schen selbstthätigen Quecksilberpumpe¹⁾. Der Pumpenrecipient tauchte dabei flach in 40—50° C. warmes Wasser. Die Trockenvorrichtung war die Geppert'sche. Gewöhnlich schäumte das Blut, nachdem es durch die Brause in den Recipienten der Pumpe gespritzt, in grossen Blasen siedend auf und vertheilte sich hierauf in ganz dünner Schicht. Die Entgasung vollzog sich grösstentheils momentan. Gewöhnlich setzten wir aber das Auspumpen fort, bis das Blut im Pumpenrecipienten völlig angetrocknet war.

Das durch die Evacuation gewonnene Blutgas wurde im feuchten Zustande über Quecksilber gemessen und (dann ein aliquoter Theil desselben) mit Hilfe des von Walter Hempel angegebenen Apparates zur exacten Gasanalyse²⁾ analysirt.

Die im Gange der Analyse erforderlichen, vor und nach der Behandlung der Gase mit den entsprechenden Absorptionsmitteln vorzunehmenden Messungen des Volums, beziehungsweise des Druckes des Gases wurden in kleinen Gasmesskugeln, welche circa 7—12 ccm fassen konnten, ausgeführt.

Es war ursprünglich unsere Absicht gewesen, das gewonnene Blutgas einfach auf seinen Sauerstoffgehalt mit Benutzung von Stangenphosphor als absorbirendes Mittel zu untersuchen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass aus einem Gas von so hohem CO₂-Gehalt, wie das aus dem Blut ausgepumpte, durch Anwendung des Phosphors der Sauerstoff nicht absorbiert wird. Wir mussten deshalb vorher die CO₂ aus dem Gasgemenge beseitigen; dann schien es auch von vornherein einfacher, für die Sauerstoffabsorption die alkalische Pyrogallollösung nach Hempel zu benutzen.

Bei dem Hempel'schen Verfahren ist es nun für die Genauigkeit des Resultates der Analyse von Wichtigkeit, die gesammte Analyse womöglich in einer und derselben Gasmesskugel zu Ende zu führen. Nach Entfernung der Kohlensäure und des Sauerstoffes wird aber (bei der doch nur beschränkten Menge Blutgas, welche von Anfang zur Analyse zur Verfügung steht) der in der Kugel verbleibende Rest von Stickstoff ausserordentlich klein, worunter, ganz abgesehen von den wachsenden Schwierigkeiten der Manipulation bei der Ueberführung so kleiner Gasmenngen aus der Absorptionspipette in die Messkugel, auch die Genauigkeit der Messung selbst erheblich leidet.

Wir haben uns deshalb zu folgendem Vorgehen bei der Gasanalyse entschlossen. Es wurde ursprünglich in die Messkugel so viel von dem Blutgas eingebracht, dass zu Beginn der Analyse das in

1) O. Zoth, Zeitschrift für Instrumentenkunde. März 1896.

2) W. Hempel, Gasanalytische Methoden. 1890. 2. Auflage. S. 69 ff.

der Kugel enthaltene Gas unter einem dem Atmosphärendruck nahekommenden Druck stand. Nach Absorption der Kohlensäure (in einer Absorptionspipette, welche mit Kalilauge genau nach der Vorschrift Hempel's beschickt war) und nach Messung des rückständigen Gases wurde in die Gasmesskugel reines Stickstoffgas in solcher Menge nachgefüllt, dass auch jetzt wieder der Druck in der Kugel nicht allzusehr vom Atmosphärendruck abwich. Das hierzu benöthigte sauerstofffreie Stickstoffgas wurde aus Luft durch langes Stehenlassen derselben über absorptionskräftiger alkalischer Pyrogalllösung hergestellt und überdies vor jedem Versuch auf etwa noch absorbirbaren Sauerstoff besonders geprüft. Nach der Messung des Druckes des Sauerstoff-Stickstoffgemenges in der Messkugel wurde das Gasmengenge in eine mit alkalischer Pyrogalllösung nach Hempel beschickte Absorptionspipette übergeführt, nach beendigter Absorption des Sauerstoffs das restirende Stickstoffgas, welches jetzt aus der ursprünglich im Blutgase vorhandenen und der bekannten zugesetzten Menge von Stickstoff bestand, in die Gasmesskugel zurückgeleitet und schliesslich gemessen.

Ein specielles Beispiel möge den Gang der Analyse und insbesondere die Berechnungsweise beleuchten.

Versuch 16.

Das Volum des gewonnenen Blutgases betrug (0° C., 760 mm Druck, Trockenheit) 11,96 ccm (oder 57,17 Vol.-Proc. des Blutes).

Daten der Gasanalyse.

Druck in der Gasmesskugel:

1. zu Beginn des Versuchs: 656,1 mm (p_1)
2. nach Absorption der CO_2 : 209,4 " (p_2)
3. nach Zusatz von N: 684,4 " (p_3)
4. nach Absorption des O_2 : 475,8 " (p_4)

Die Berechnung der procentischen Zusammensetzung des Gases geschieht nach folgenden Formeln.

$$\text{Proc. CO}_2 = \frac{100 (p_1 - p_2)}{p_1}$$

$$\text{Proc. O}_2 = \frac{100 (p_3 - p_4)}{p_1}$$

$$\text{Proc. N}_2 \text{ (ursprünglich vorhandener Stickstoff)} = \frac{100 (p_1 + p_2 - p_3)}{p_1}$$

Demnach war im gewählten Beispiel das Blutgas folgendermaassen zusammengesetzt:

$$\begin{array}{rcl} 68,084 & \text{Proc. CO}_2 & \\ 31,794 & " & \text{O}_2 \\ 0,122 & " & \text{N}_2 \\ \hline 100,0 & & \end{array}$$

und das native Blut enthielt:

$$\begin{array}{rcl} 8,143 & \text{ccm} & = 38,29 \text{ Volum Proc. CO}_2 \\ 3,803 & " & = 18,18 " " \text{O}_2 \\ 0,014 & " & = 0,70 " " \text{N}_2 \\ \hline 11,96 & \text{ccm} & = 57,17 \end{array}$$

Die auf diesem Wege zu erreichende Genauigkeit der Bestimmungen kommt natürlich nicht derjenigen gleich, welche bei Hempel (l. c. S. 16) sich angegeben findet. Folgende Doppelanalysen geben hierüber Auskunft:

	Proc. Sauerstoff	
1	7,015	7,297
2	48,45	49,25
3	57,81	58,50
4	35,22	36,27

Wenn die von uns in dem mit Sauerstoff geschüttelten Blute zumeist gefundenen Stickstoffmengen auffallend niedrig sind, so erklärt sich dies aus dem überaus geringen Partialdruck des Stickstoffes im Schüttelgas.

Zur Messung des Hämoglobingehaltes des Blutes hatten wir bloss die Wahl zwischen Eisenbestimmung und spectrophotometrischem Verfahren. Wenn nun auch im krystallinisch reindargestellten Hämoglobin Eisengehalt, Lichtextinctionsvermögen und Sauerstoffcapacität in unveränderlicher gegenseitiger Beziehung zu einander gehörige Grössen darstellen, steht es doch ebenso ausser Zweifel, dass im Blutplasma Spuren, in den Leukocyten (im Fibrin) merkliche Mengen eisenhaltiger Verbindungen vorkommen, und dass insbesondere auch die rothen Blutkörperchen, zumal bei anämischen Individuen (organisch gebundenes) Eisen beherbergen, welches keinesfalls mehr unversehrten Hämoglobinmolekülen angehört. Da sonach speciell im pathologischen (anämischen) Blute kein constantes Verhältniss zwischen Eisengehalt und Lichtabsorption vorausgesetzt werden darf, blieb uns nichts anderes übrig, als die andere Grösse, von der wir annehmen geneigt sind, dass sie zur Sauerstoffbindung in directer Beziehung steht, die Lichtextinction in einer bestimmten Spectralregion zur Bestimmung des Hämoglobingehaltes heranzuziehen.

Zur Messung der Lichtabsorption bedienten wir uns des Glansehen Spectrophotometers. Zur Feststellung des Extinctionscoefficienten wurde das Blut je nach dem früher approximativ abgeschätzten Hämoglobingehalt auf das 100- oder das 150 fache mit destillirtem Wasser verdünnt.

Hierzu wurde in jedem einzelnen Falle eine geringe Blutmenge abgewogen, mit Zuhülfenahme des gleichfalls (pyknometrisch) bestimmten specifischen Gewichtes das Volum dieser abgewogenen Blutquantität berechnet und dann die zum gewünschten Verdünnungsgrade nothwendige Menge von destillirtem Wasser hinzugefügt. Die technische Hauptschwierigkeit besteht nun darin, dass man bekanntlich beim Verdünnen des Blutes mit Wasser wegen mangelhafter Lösung der Stromata der

Erythrocyten, eventuell auch durch Ausfällung eines Theiles des Serumglobulins eine mehr oder weniger getrübte Flüssigkeit erhält, welche nicht ohne weiteres zur Bestimmung der Lichtabsorption geeignet ist. Man kann nun allerdings durch Verwendung einer schwachen Sodalösung zur Verdünnung des Blutes eine vollständig klare Lösung gewinnen; Hüfner, Leichtenstern, Noorden und andere haben sich dieses Verfahrens bedient. Neuerdings hat aber Torup¹⁾ die Beobachtung gemacht, dass schon der Zusatz von relativ sehr wenig Na_2CO_3 zu einer wässrigen Lösung von Hämoglobin das Absorptionsspectrum desselben in dem Sinne verändert, dass die Stelle der stärksten Lichtabsorption im Spectrum örtlich ein wenig verschoben wird. Wir haben deshalb diese Schwierigkeit dadurch zu umgehen versucht, dass wir durch anhaltendes Centrifugiren der nur mit Hülfe von Wasser hergestellten Blutlösung die in der Flüssigkeit suspendirten trübenden Theilchen ausgeschleudert haben. Es ist uns stets gelungen, auf diese Weise eine vollkommen klare Lösung zu erhalten. Wir haben uns übrigens vergewissert, dass dabei kein in Betracht kommender Verlust an Hämoglobin (etwa dadurch, dass Farbstoff vom Niederschlage mit zu Boden gerissen würde) verschuldet ist. Die Bestimmung des Extinctionscoefficienten wurde ausgeführt im zweiten Absorptionsband des Oxyhämoglobins, speciell im Intervall zwischen den Wellenlängen von 547 bis 538 $\mu\mu$. Die Einstellung des Spectrophotometers blieb bei sämmtlichen in dieser Arbeit angeführten Bestimmungen die gleiche. Immer wurden bei den einzelnen Bestimmungen des Extinctionscoefficienten für jede Stellung des Nicols mindestens 10 Ablesungen gemacht und aus diesen die Mittel der Berechnung zu Grunde gelegt. Häufig geschah die Winkeleinstellung in zwei verschiedenen Quadranten, um die Beobachtungsfehler nach Möglichkeit zu eliminiren (Man vergleiche diesbezüglich in den zum Schlusse angeführten Versuchsprotokollen die Doppelbestimmungen, welche stets sehr befriedigende Uebereinstimmung ergeben haben.) Die Extinctionscoefficienten sind in den Versuchsprotokollen und in den Tabellen immer auf das Verdünnungsverhältnis 1:100 ausgerechnet. Nur um zu einer gebräuchlicheren Rechnungsgrösse, als es der Extinctionscoefficient ist, zu gelangen, haben wir mit Benutzung des von Hüfner²⁾ für die genannte Spectralregion (und zwar für Hundehämoglobin) gefundenen Absorptionsverhältnisses 0,11541 den entsprechenden absoluten Hämoglobingehalt berechnet.³⁾

1) Torup, Skandinavisches Archiv f. Physiologie Bd. III. p. 107 (citirt nach Bohr).

2) Hüfner, Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. I. S. 317, 386.

3) In einer späteren Arbeit hat Hüfner (Du Bois' Archiv 1894, S. 137) ein anderes Absorptionsverhältniss gefunden, allerdings bei Vornahme der Bestimmungen in einem gegenüber dem in früheren Arbeiten gewählten etwas abweichenden Spectralbezirk (531,5 bis 542,5 $\mu\mu$). Da wir unsere Bestimmungen, wie oben angegeben, in dem gleichen Spectralbezirk vorgenommen haben wie Hüfner in seinen früheren Arbeiten über die optischen Constanten des Hämoglobins, so sind wir auch dabei geblieben, den ältesten von Hüfner aufgestellten Werth für die Rechnung zu verwenden, umso mehr, als es für uns gar nicht so wesentlich darauf ankam, absolut gültige Zahlen zu erlangen, als vielmehr nur unter einander vergleichbare.

III. Versuchsergebnisse.

Doppelversuche mit Rinderblut.

Zunächst stellen wir in Tabelle I die Beobachtungsdaten einer Anzahl von Doppelanalysen zusammen. Stab 3 und 4 der Tafel enthalten den Sauerstoffgehalt in Volumprocenten je zweier zusammengehöriger Rinderblutportionen, welche unter vollkommen gleichen Bedingungen (Identität von Druck und Temperatur) mit Sauerstoff gesättigt waren. Wie man sieht, beträgt die Differenz zwischen zwei Bestimmungen im Mittel 1,45 Proc. Entgegen einschlägigen Behauptungen Biernacki's scheint die zwischen den beiden Parallelversuchen verstrichene Zeit weder einen gesetzmässigen, noch überhaupt einen erheblichen Einfluss auf das Resultat zu üben, sofern nur Extreme vermieden werden. Würde man in den Parallelversuchen 2, 3, 4 etwa 14 Proc. Hämoglobin im betreffenden Blute annehmen, müsste aber schon die erwähnte beschränkte Differenz sich in dem für 1 g Hämoglobin berechneten Werthe der Sauerstoffcapacität $\left(\frac{O}{Hb}\right)$ an der ersten Decimale kund geben können.

TABELLE I.

Versuchs-Nr.		Volum Proc. Sauerstoff		Differenz in Volum Proc.	Bemerkung
		I	II		
1	defibrinirtes Rindsblut	12,91	12,44	0,47	Die Proben wurden unmittel- bar hinter einander unter- sucht.
2	"	23,50	25,42	1,92	
3	"	23,23	20,99	2,24	Probe II 17 Stunden später untersucht als Probe I
4	"	24,09	22,91	1,18	Probe II 8 Stunden später untersucht als Probe I.
		Mittel: 1,45			

Vergleichsversuche mit ungerinnbar gemachtem (Menschen-)Blut.

Weiters machten wir einige Vergleichsversuche mit ungerinnbar gemachten und defibrinirten Portionen des Blutes von gesunden Menschen. Als gerinnungshemmendes Mittel benutzten wir hierbei das Natriumfluorid, welches, in kleineren Mengen dem Blute zugesetzt, nach der herrschenden Meinung die Eigenschaften des Hämoglobins nicht tiefgreifend verändert. Auch wir konnten wenigstens bemerken, dass hierdurch die Lichtextinction keine auffallende Ab-

weichung erfuhr, und das (frische) Fluoridblut beim Schütteln mit Sauerstoff ungefähr ebenso rasch und ebenso intensiv roth sich färbt wie die zugehörige defibrinirte Portion. Wir versetzten im ersten dieser 3 Versuche 100, im zweiten 67, im dritten 70 ccm aus der Ader fliessenden Blutes mit je 5 ccm einer 5 procentigen Natriumfluoridlösung, so dass das Gemisch etwa einer $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ procentigen Fluornatriumlösung entsprach. Einen gewissen Werth möchten wir darauf legen, dass sowohl in der ungerinnbar gemachten als in der defibrinirten Portion für sich der Extinctionscoefficient, beziehungsweise das Hämoglobin bestimmt worden ist, wodurch wir uns über die immerhin merklichen jeweiligen Aenderungen des Hämoglobingehaltes durch den Gerinnungsprocess, welche nicht ganz ohne Einfluss waren auf die berechnete Grösse der Sauerstoffcapacität, genau unterrichten konnten. Auch die durch den Zusatz von Natriumfluoridlösung verursachte geringe Blutverdünnung ist in sämtlichen Bestimmungsgrössen der Tafel II, in der die Beobachtungsdaten dieser 3 Vergleichsversuche zusammengestellt sind, eingerechnet.

Weil er selbst damit fast durchwegs andere Ergebnisse als mit defibrinirtem erhalten hat, stellt Biernacki für gasometrische Versuche die Verwendung des nicht defibrinirten (Menschen-)Blutes als unentbehrlich hin. Insbesondere im defibrinirten hämoglobinarmen menschlichen Blut (8—9 Stunden nach dem Aderlass ausgespumpt) fand er nämlich meist weniger Sauerstoff als in der entsprechenden ungeronnenen Blutportion. In etwas geringerem Grade gilt dies aber nach Biernacki auch für normales Blut. Das pathologische Fluoridblut gebe trotz verminderten Hämoglobingehaltes ganz dieselben Sauerstoffmengen ab, wie das gesunde Blut! Doch soll diese grössere Sauerstoffcapacität bloss für das frische Fluoridblut nachweisbar sein, mit dem zunehmenden Alter des Blutes nehmen sie allmählich wieder ab, während das defibrinirte Blut ein gerade entgegengesetztes Verhalten zeigen soll. Je später das Fluoridblut mit Sauerstoff geschüttelt und entgast wird, desto mehr nähern sich die auspumpbaren Sauerstoffmengen denjenigen, welche sich aus defibrinirtem Blute gewinnen lassen. (Ganz frisches venöses Fluoridblut würde übrigens nach Biernacki wiederum weniger Sauerstoff liefern, als das erst nach 6—7 Stunden entgaste.) Je später das defibrinirte Blut untersucht wird, desto mehr Eigenschaften des ungerinnbar gemachten zeigt es in pneumatologischer Beziehung u. s. w. Da nach Biernacki's Meinung der Vorgang der Fibringerinnung in seinen verschiedenen Phasen einen so entscheidenden Einfluss darauf ausübt, dass die Grösse der Sauerstoffcapacität des mensch-

lichen Blutes nicht eine eng begrenzte, sondern eine so breit schwankende ist, bezeichnet er auch die Fibringeneratoren, sowie gewisse „gelöste“ Vorstufen des Fibrins direct als Regulatoren der Sauerstoffcapacität. Das „lebendige“ Blut verdankt seine grosse Avidität zum Sauerstoff nicht nur dem Hämoglobin, sondern es soll dabei ein compensirender Einfluss von fibrinbildenden Verbindungen ausgehen.

TABELLE II.

Versuchs-Nr.		Fluoridblut				defibrinirtes Blut				Anmerkung
		Extinctions- coefficient (1:100)	Hb-Gehalt auf natives Blut berechnet	O-Gehalt	O-Capaci- tät	Extinctions- coefficient (1:100)	Hb-Gehalt	O-Gehalt	O-Capacität	
11	Normal (Cretin)	1,13143	13,71	23,33	1,70	1,02184	11,79	17,09	1,45	Das defibrinirte Blut wurde 7 Stunden nach dem Fl-Blut untersucht
17	Normal	1,11784	13,86	23,79	1,71	1,21176	13,98	22,69	1,62	Das Fluoridblut 7 Stunden später als das defibrinirte untersucht
20	Normal (Ischias)	1,13119	14,05	20,90	1,48	1,27066	14,66	23,17	1,58	Wie im vorig. Versuch

Bei unbefangener Betrachtung der in Tabelle II enthaltenen Ergebnisse unserer eigenen 3 Vergleichsversuche, in welchen abichtlich bald das defibrinirte, bald das Fluoridblut früher geschüttelt und entgast wurde, wird man wohl auch nicht entfernt so weit gehende Schlüsse zu ziehen geneigt sein. In den Doppelversuchen 17 und 20 stellen sich die Werthe für die Sauerstoffcapacität im ungeronnenen und im defibrinirten Blute im Hinblick auf Differenzen, welche man erfahrungsgemäss selbst beim Arbeiten mit Hämoglobinslösungen unter möglichst gleichartigen Versuchsbedingungen zu erhalten pflegt (vgl. unten), und welche auch wir bei den oben angeführten Doppelbestimmungen in demselben defibrinirten Rinderblut constatiren mussten, überhaupt recht wenig abweichend dar. Einmal entfällt dabei (zufällig) sogar auf das defibrinirte Blut ein eben merklich höherer Werth (20). Wir lassen uns nicht weiter darauf ein, dass man allerdings behaupten könnte, dies hätte seinen Grund nur darin, dass das Fluoridblut einige Stunden später als das defibrinirte untersucht worden ist. Von diesem Falle abgesehen, erwies sich

die Sauerstoffcapacität allerdings grösser für das Fluoridblut. In einem der beiden hier in Betracht kommenden Versuche ist jedoch diese Differenz eine geringe (17). Vielleicht erhielten wir deshalb in zwei von 3 Versuchen so kleine Abweichungen der berechneten Sauerstoffcapacität, weil wir Rücksicht auf die durch die Gerinnung bewirkte Aenderung des Extinctionscoefficienten genommen haben. Bloss in einem der 3 Fälle (11) erscheint die Sauerstoffcapacität des Fluoridblutes etwas mehr in die Augen springend grösser, als diejenige der zugehörigen defibrinirten Blutportion (1,7 gegenüber 1,45). In demselben Versuche hat übrigens die defibrinirung auch eine auffallend starke Aenderung des Hämoglobingehaltes bewirkt, beziehungsweise es ist wohl ein besonderes grosser Fibrin-klumpen entstanden. Beinahe noch mehr als alle diese Differenzen zwischen der ungerinnbar gemachten und der defibrinirten Blutportion fällt der im Vergleiche zu unseren sonstigen Erfahrungen (siehe unten) doch vielleicht etwas hohe absolute Werth für den locker gebundenen Sauerstoff pro g Hämoglobin im Fluoridblut auf (Mittel aus den 3 Versuchen 1,63). Wir haben uns darauf beschränkt, gerade solche Vergleichsversuche bloss mit hämoglobinreichen Blutarten anzustellen, weil wir uns, durch anderweitige Erfahrungen belehrt, der Erkenntniss nicht verschliessen konnten, dass im plasma-reichen anämischen Blut in dem vermehrt vorhandenen einfach absorbirten Sauerstoff eine doch nicht ganz zu unterschätzende Fehlerquelle gegeben ist. Auch im defibrinirten Blute sind, offenbar zum Theil aus diesem Grunde, die aus Extinctionscoefficient und auspumpbarem Sauerstoff berechneten Werthe für die respiratorische Capacität absolut betrachtet oft auffallend hoch und unter sich stärker differirend (Vers. 1 und 2).

Nach allem wollen wir die Möglichkeit, dass durch die Vorgänge bei der Fibrinbildung, beziehungsweise durch den begleitenden Zerfall von weissen Blutkörperchen eine gewisse (kleine) Menge lockeren oder einfach absorbirtem Sauerstoff fester gebunden und dadurch die Quantität des zu evacuirenden Sauerstoffs etwas vermindert wird, durchaus nicht völlig von der Hand weisen. Sprechen ja auch Thatsachen aus anderweitigen Erfahrungsgebieten dafür, dass die Histone oxydirende, sauerstoffübertragende Wirkungen besitzen. Führt man Biernacki's Behauptungen auf ihr richtiges Maass zurück, so darf man in gewissen Fibringeneratoren vielleicht einen (ebenso wie andere einschlägige Fehlerquellen) durch die Versuchsbedingungen speciell im ungerinnbar gemachten (langsam gerinnenden) Blute schwierig quantitativ zu beherrschenden Factor, neben dem Blut-

farbstoff störend sich geltend machende sauerstoffbindende Körper sehen, deren Elimination jedoch einfach durch vollständige Defibrinirung gelingt und deshalb auch immer anzustreben ist. Schon der nach den oben mitgetheilten Vergleichsversuchen aber jedenfalls gering anzusetzende Betrag des auf diese Weise verschwindenden Sauerstoffs gestattet uns, auf die Constanz der Sauerstoffcapacität des Blutes zu bestehen. Gerade hierin sogar den Compensationsträger im anämischen Blute anzusprechen, dafür fehlt ein ausreichender Grund. Jedenfalls rechnen wir auf Zustimmung, wenn wir im Hinblick auf das klare Ergebniss der drei soeben mitgetheilten Versuche und ausserdem in Rücksicht darauf, dass wir (vgl. Tabelle I) auch nicht jenen Einfluss des Alters einer defibrinirten Blutprobe auf das Sättigungsergebniss, wie ein solches als gesetzmässig von Biernacki angegeben worden, wiederzufinden vermochten, uns nicht mehr mit den vermeintlichen Unterschieden von Fluorid- und von defibrinirtem Blut beschäftigen, sondern weiterhin ausschliesslich mit defibrinirtem Blute gearbeitet und dasselbe stets möglichst frisch und gleichalterig zum gasometrischen Versuche verwendet haben.

TABELLE III. (Generaltabelle.)

Versuchs-Nr.		Extinctions- coefficient (1:100)	Hämoglobin- gehalt Proc.	Sauerstoff- gehalt Vol.-Proc.	Sauerstoff- capacität pro 1 g Hb
1	Anämie, 48 jähr. W.	0,23753	2,74	4,54	1,65
2	Chlorose, 15 jähr. W.	0,31761	3,67	7,24	1,97
3	22 jähr. W., Chlorose	0,47408	5,47	7,17	1,31
4	64 jähr. W., Anämie	0,49025	5,65	7,01	1,24
5	23 jähr. W., Chlorose	0,59877	6,91	9,06	1,31
6	24 jähr. W., Anämie	0,66551	7,68	10,52	1,37
7	23 jähr. W., Chlorose	0,77906	8,996	11,95	1,32
8	19 jähr. W., leichte Anämie	0,91515	10,56	15,66	1,48
9	30 jähr. W., gesund	0,97110	11,19	13,75	1,23
10	21 jähr. W., gesund	1,0072	11,62	17,10	1,47
11	25 jähr. M., gesund (Cretin)	1,02184	11,79	17,09	1,45
12	24 jähr. M. gesund (med. stud.)	1,08020	12,46	18,37	1,47
13	35 jähr. M., Ischias, sonst gesund	1,08360	12,50	13,36	1,06
14	33 jähr. W., Hysterie	1,0943	12,62	16,17	1,28
15	24 jähr. W., gesund	1,11563	12,86	15,02	1,16

TABELLE III. (Fortsetzung.)

Versuchs-Nr.		Extinctions- coefficient (1:100)	Hämoglobin- gehalt Proc.	Sauerstoff- gehalt Vol.-Proc.	Sauerstoff- capacität pro 1 g Hb
16	40 jähr. M., gesund	1,20104	13,86	18,18	1,24
17	40 jähr. M., gesund	1,21176	13,98	22,69	1,62
18	25 jähr. M., gesund (med. stud.)	1,21600	14,03	12,87	0,91
19	24 jähr. M., gesund (med. stud.)	1,22055	14,08	17,44	1,23
20	28 jähr. M., Ischias, sonst ge- sund	1,27066	14,66	23,17	1,58
21	30 jähr. M., gesund	1,28670	14,85	19,30	1,30
22	64 jähr. M., Ischias, sonst ge- sund	1,32570	15,23	22,11	1,45

TABELLE IV. (Mitteltabelle.)

Versuchs- Nummer	Anzahl der Versuche, aus welchen das Mittel gezogen wurde	Mittelzahl		
		der Hämoglobin- gehalte	der Sauerstoff- gehalte	für die Sauerstoff- capacität
1	1	2,74	4,54	1,65
2	1	3,67	7,24	1,97
3, 4	2	5,56	7,09	1,27
5, 6	2	7,29	9,79	1,34
7	1	8,996	11,95	1,32
8 bis 11	4	11,29	15,90	1,40
12 bis 15	4	12,61	15,75	1,24
16 bis 19	4	13,99	17,79	1,25
20 bis 22	3	14,91	21,52	1,44

Versuche mit defibrinirtem Blut von gesunden und anämischen Menschen.

Einen vollständigen Einblick in alle für die Beurtheilung der uns beschäftigenden Frage wichtigen Einzelheiten dieser Versuche soll zunächst die vorstehende Tabelle III (Generaltabelle) geben. Zur Erleichterung der Uebersicht sind die einzelnen Versuche nicht nach dem Zeitpunkt ihrer Ausführung, sondern nach dem Hämoglobingehalt des als Untersuchungsobject dienenden Blutes (steigend) geordnet. Die Bestimmungsgrößen dieser Tabelle III haben wir dann ausserdem noch zur Anlegung einer anderweitigen Tafel (Tabelle IV Mitteltabelle) verwendet, in der die Versuche so in Gruppen zusammengezogen worden

sind, wie sie uns natürlich zusammenzugehören scheinen. Es wurde nämlich aus den Versuchen mit Blut von annähernd demselben Hämoglobingehalt das Mittel der wesentlichen Bestimmungsgrößen gezogen, als ob es sich hierbei um Parallelversuche an demselben Individuum gehandelt hätte. Die Berechtigung einer solchen gruppenweisen Sammlung haben wir in der Uebersichtlichkeit und in der schärfer hervortretenden Uebereinstimmung der Versuchsergebnisse gefunden. Nur die Versuche 1, 2, 7 konnten in eine solche Mittelrechnung nicht gut einbezogen werden.

Das Hauptgewicht möchten wir in Tafel III auf den dritten Stab, wecher die Extinctionscoefficienten, und auf die 5. Columne, welche die Sauerstoffgehalte des zuvor mit dem Gase geschüttelten Blutes der untersuchten Individuen enthält, legen. (In Tafel IV entsprechend 3. Stab mit den mittleren Hämoglobingehalten und 4. Columne mit den mittleren Sauerstoffprocenten.) Der vierte Stab von Tabelle III, sowie die 3. Columne der Mitteltafel lassen erkennen, dass mit Rücksicht auf die relative Seltenheit eines Theiles des klinischen Materiales die Reihe der Hämoglobingehalte von der Norm bis zu den niedrigst beobachteten immerhin eine recht continuirliche und vollständige genannt werden kann.

Das wichtigste thatsächlichste Ergebnis unserer Versuche besteht nun in dem erbrachten Nachweis, dass die Sauerstoffcapacität des (defibrinirten) Blutes anämischer Menschen mit dem durch ihre Extinctionscoefficienten gemessenen Hämoglobingehalt sehr annähernd parallel abnimmt. Dieses Resultat stimmt also ganz einfach zu älteren, allerdings vorwiegend das Blut von Versuchsthieren betreffenden einschlägigen Angaben von Pflüger, D. Finkler, Mathieu und Urbain, Noël, Quinquaud, Reynaud, Jolyet und Laffont, Gréhant u. a.

Der letzte Stab beider Tabellen lässt schliessen, dass das Verhältnis zwischen Sauerstoffsättigung und Hämoglobingehalt (Sauerstoffcapacität pro 1 g Hämoglobin) ziemlich stark zu variiren scheinen. Wir haben uns nämlich nicht für berechtigt gehalten, einzelne Bestimmungen aus der ganzen Versuchsreihe in der Generaltabelle fortzulassen, weil das Ergebnis etwas mehr vom Mittelwerthe abwich, wenn wir uns nicht bestimmt klar waren, ob überhaupt und welche Fehler bei dem fraglichen Versuche unterlaufen sind. Auch in der Mitteltafel schwankt jedoch, selbst wenn wir die ersten beiden Versuche (mit niedrigstem Hämoglobingehalt des untersuchten Blutes) nicht einbeziehen wollten, der Werth des Verhältnisses von Sauerstoff und Lichtabsorption noch zwischen 1,24—1,44, also um

etwa 8 Proc. des Mittelwerthes. Da aber in jenen beiden Versuchen mit extremen Hämoglobingehalten sonst alle gleich zu erwähnenden Fehler besonders prägnant hervortreten müssen, liesse sich eine solche Ausschliessung auf Grund des geringen Hämoglobingehaltes nicht gut rechtfertigen, und damit stellt sich jene Differenz noch weit grösser heraus. Angesichts dieser wechselnden Unterschiede in den Ergebnissen der Einzelversuche können wir uns nur darauf berufen, dass in allen bisher vorliegenden Untersuchungen über die Sauerstoffcapacität des Blutfarbstoffs selbst bei Verwendung von Hämoglobin- und von Blutlösungen meist schwacher und nicht breit variirter Concentration ähnlich starke Differenzen für den fraglichen Werth gefunden worden sind, auch wenn mit scharfen Methoden, unter sonst identischen Versuchsbedingungen und mit demselben Materiale, beziehungsweise nur mit verschiedenen Mengen des letzteren gearbeitet wurde. Die Ursachen dieser auffallenden Unterschiede sind grösstentheils dieselben, welche die von uns bestimmten Werthe von vornherein als Mindestwerthe erscheinen lassen. Sie seien hier nur ganz kurz angeführt: Schwierigkeit der Sättigung des Blutes mit Sauerstoff, verschiedener Dissociationsgrad des Oxyhämoglobins je nach der Concentration des mit Sauerstoff geschüttelten Blutes an Farbstoff etc., partielle Zersetzung des Oxyhämoglobins (Methämoglobin) beim Evacuiren infolge des Erwärms und des Eintrocknens des Blutes mit festerer Bindung eines Theiles des aufgenommenen Sauerstoffs, Sauerstoffzehrung durch Oxydation gewisser (im Plasma enthaltener) Stoffe, Schwankungen der jeweiligen Grösse des einfach in der Blutflüssigkeit absorbirten Sauerstoffs wegen des in den einzelnen Versuchen ziemlich stark wechselnden Plasmavolums und des immerhin einigermaassen variirten Druckes, die Unmöglichkeit, sämmtlichen aufgenommenen Sauerstoff durch das blosse Vacuum unterhalb der Siedetemperatur zu entbinden. Eine bewusste Fehlerquelle für die in den letzten Stäben von Tabelle III und IV angeführten Werthe der Sauerstoffcapacität muss speciell hervorgehoben werden gegenüber allen anderen, welche fast durchweg durch die Versuchstechnik sich nicht beherrschen lassen; es wird dort nämlich aller nach dem Schütteln ausgepumpte Sauerstoff als locker vom Hämoglobin gebunden gewesener berechnet. Einige Forscher, wie z. B. Bohr, erblicken nun gerade in solchen bei den Einzelversuchen zahlenmässig hervortretenden Verschiedenheiten des Verhältnisses von Sauerstoff- und Lichtabsorption den gesetzmässigen Ausdruck einer realen Verschiebbarkeit dieser Relation und verwerfen deshalb überhaupt die Vorstellung, dass das Hämoglobin-

molekül sich in Bezug auf die Menge von absorbirtem Sauerstoff constant verhält, als der Erfahrung widersprechend. Berücksichtigt man aber den in unserer ganzen Versuchsreihe trotz jener Differenzen immerhin prägnant zu Tage getretenen Parallelismus von Hämoglobingehalt und Sauerstoffaufnahme und die theoretisch bedeutungsvolle Grösse des Mittelwerthes, so muss man darin eine Bestätigung finden dafür, dass die Annahme, von der wir selbst in Anlehnung an Hüfner's Untersuchungen ausgegangen sind, die wesentliche Eigenthümlichkeit des Oxyhämoglobins bestehe in seinem Absorptionsspectrum und in der Constanz der Sauerstoffmenge, welche das Blut einer Einheit absorbirten Lichtes entsprechend zu binden vermag, die durch den Versuch besser begründete ist. Alle mehrfach betonten Unterschiede der in den Einzelversuchen bestimmten Werthe sind nämlich nicht so gross, dass sie uns hindern würden, zu erkennen, wie sämmtliche für die Sauerstoffcapacität per g Hämoglobin berechneten Zahlen von unten sich nähernde Werthe einer mit maassgebenden theoretischen Ableitungen in Einklang zu bringenden Mittelzahl darstellen.

Der durch die Evacuation des vorher mit dem Gase gesättigten Blutes gewonnene Sauerstoff setzt sich in Wirklichkeit zusammen aus einem vom Hämoglobin durch schwache chemische Affinität gebundenen, und aus einem in der Blutflüssigkeit durch Absorption aufgenommenen Antheil. Die gewöhnlich gemachte Voraussetzung, dass die erste dieser beiden Componenten constant und völlig unabhängig vom angewendeten Drucke sei, ist nicht ganz richtig. Die Verbindungen des Hämoglobins mit Gasen sind sehr dissociabel. Das Hämoglobin wird auch bei sehr hohen Sauerstoffdrucken nicht völlig gesättigt, die Menge des bei jedem einzelnen Schüttelversuche aufgenommenen Gases bleibt hinter der theoretisch geforderten etwas zurück. Speciell für stärkere Concentrationen des Hämoglobins liegt der erreichbare Sättigungspunkt merklich tiefer, als für schwächere solche. Weil ein Theil der Verbindung des Farbstoffs mit Sauerstoff, welcher wahrscheinlich *ceteris paribus* immer demselben Gewichtstheile entsprechen wird, wie sehr auch die Gesamtmenge des vorhandenen Hämoglobins variirt, dissociirt ist, enthält die Blutflüssigkeit auch etwas Sauerstoff, welcher an Hämoglobin gebunden geblieben sein müsste, wenn keine Dissociation stattgefunden hätte. Auch sonst ist die Berechnung jener Menge von Sauerstoff, welche in jedem einzelnen Versuche dem Druck und der Temperatur entsprechend in der Volumeinheit Blutflüssigkeit physikalisch absorbirt wird, und welche wohl überhaupt nur einen relativ geringen Antheil

des gesammten Sauerstoffs im Blute ausmacht, bei dem Mangel eines genaueren Nachweises des Verhältnisses, in welchem diese Absorption durch die wachsende Hämoglobinconcentration, durch die Auftheilung der Blutflüssigkeit auf die auch sonst physikalisch sich verschieden verhaltenden Körperchen und das Plasma und durch andere Umstände abnimmt, ganz unmöglich. Das sind die Gründe, weshalb wir, wie schon erwähnt, den ganzen vom Blute bei der Entgasung abgegebenen Sauerstoff als vom Hämoglobin abgegeben wenigstens rechnen. Wenn wir mit allen aus den bisherigen Darlegungen gebotenen Einschränkungen in den von uns ermittelten Bestimmungsgrössen für die Sauerstoffcapacität immer wieder nur Näherungswerthe erblicken, besteht trotzdem kein Hindernis, dieselben in Vergleich mit dem Resultate einschlägiger theoretischer Betrachtungen zu bringen. Hüfner und Jaquet haben den Eisengehalt des krystalinischen Rinderhämoglobins = 0,336 Proc. bestimmt, das Molekulargewicht des Körpers $\text{Hgb} < \frac{0}{0}$ ist demnach = 16669. Die aus die-

sem Molekulargewicht berechnete O_2 -Capacität für 1 g Hämoglobin beträgt 1,34 ccm. In einer Anzahl von z. Th. nach der Verdrängungsmethode, z. Th. absorptiometrisch ausgeführten Versuchen hat nun Hüfner diesem theoretisch abgeleiteten sehr nahe stehende Werthe für die fragliche Grösse auch wirklich gefunden. Der Eisengehalt des Blutfarbstoffs einer grösseren Zahl von Thiergattungen ist aber ungefähr der gleiche, und somit gilt dieser Werth auch für das Hämoglobin aller jener Thiere. Man wird auch kaum weit fehlgreifen, wenn man die in unseren Versuchen für das Verhältnis von Sauerstoff- und Lichtabsorption gefundene Mittelzahl 1,37 als einen Näherungswerth der Sauerstoffcapacität eines Gramm menschlichen Hämoglobins mit angenommenem gleichen Eisengehalt und demselben Molekulargewicht wie das Hämoglobin zahlreicher Thiere und mit einer theoretischen Sauerstoffcapacität von 1,34 ccm annimmt.

Der praktische Vorthail einer solchen Constante ist wohl einleuchtend. Darf man mit einer solchen rechnen, genügt schon die blosser Bestimmung des im gegebenen Falle vorhandenen Oxyhämoglobins mit dem Spectrophotometer, um sogleich auch zu wissen, wieviel das betreffende Blut Sauerstoff aufzunehmen vermag. Wenn schon deshalb die spectrophotometrische Methode beim wissenschaftlichen Arbeiten in der Klinik eine viel grössere Berücksichtigung als bisher verdient, so ist damit ihre Leistungsfähigkeit für einschlägige pathologische Fragen noch nicht erschöpft. Wie gleichfalls Hüfner gezeigt hat, vermag uns das Spectrophotometer auch

noch darüber entscheidenden Aufschluss zu geben, ob ein in Lösung befindliches Hämoglobin verglichen mit normalem Material als verändert zu erklären ist. Mit Untersuchungen dieser Art in Fällen, wo wie in Versuch 1 und 2 der Tabelle III der Hämoglobingehalt in extremer Weise gesunken ist, und die Werthe für die Sauerstoffsättigung wirklich etwas auffallend hoch liegen, sind wir momentan beschäftigt.

Zum Schlusse möchten wir noch betonen, dass wir (ausgenommen höchstens vielleicht die zwei soeben erwähnten Fälle von stärkster Anämie) keine Thatsache gefunden haben, welche den Satz umstossen würde: Im Blute von gesunden und von anämischen Menschen ist nur einerlei Hämoglobin vorhanden. Dafür dass das Blut anämischer Menschen selbst (im Sinne von Biernacki oder von Bohr) ein Anpassungsvermögen besitze, haben weder unsere Versuche mit ungerinnbar gemachtem, noch die mit defibrinirtem Blut Gründe erbracht. Weder auf die Fibringeneratoren noch auf einen variablen specifischen Sauerstoffgehalt wird man zunächst in der Klinik der Anämien Gewicht zu legen haben, die Ausgleichsmittel in anämischen Zuständen müssen vielmehr vorläufig noch immer dort ausserhalb des Blutes gesucht werden, wo sie der eine von uns (Kraus) vermuthet hat.

IV. Versuchsprotokolle.

A. Versuche an Rindsblut.

Versuch 1. Am 3. März 1898. $t = 19,5^{\circ} \text{C}$, $b = 730,0 \text{ mm}$.

Von defibrinirtem Rindsblut wurden 2 Proben (Probe I 20 Minuten, Probe II 30 Minuten) mit Sauerstoff behandelt. (Sauerstoffgehalt des Schüttelgases = 58,5 Proc.)

Probe I. 11,1 ccm feuchtes Gas = 9,687 ccm (trocken, 0° , 760 mm) = 46,3 Vol.-Proc. des Blutes. Das Gas hatte folgende Zusammensetzung:

70,57	Proc.	CO_2
27,88	"	O_2
1,55	"	N_2

100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 6,836 ccm = 32,67 Vol.-Proc. CO_2

2,701	"	=	12,91	"	"	O_2
0,150	"	=	0,72	"	"	N_2

9,687 ccm = 46,30 Proc.

Probe II. 10,5 ccm feuchtes Gas = 9,164 ccm (trocken, 0° , 760 mm) = 43,80 Vol.-Proc.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 66,88 Proc. CO_2

28,40	"	O_2
4,72	"	N_2

100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 6,128 ccm = 29,29 Vol. Proc. CO₂
 2,603 " = 12,44 " " O₂
 0,433 " = 2,07 " " N₂

 9,164 ccm = 43,80 Proc.

Versuch 2. Von defibrinirtem Rindsblut wurden 2 Proben mit Sauerstoff in gleicher Weise behandelt. Die Sättigung mit Sauerstoff und die Entgasung wurde bei beiden Proben unmittelbar hintereinander vorgenommen am 5. Mai 1898; t = 22° C., b = 734 mm. Die Gasanalysen wurden ausgeführt am 6. Mai 1898; t = 22,5° C., b = 729,0 mm.

Probe I. 17,2 ccm feuchtes Gas = 14,759 ccm (trocken, 0°, 760 mm) = 70,54 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 62,18 Proc. CO₂
 33,32 " O₂
 4,50 " N₂

 100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 9,177 ccm = 43,86 Vol.-Proc. CO₂
 4,917 " = 23,50 " " O₂
 0,665 " = 3,18 " " N₂

 14,759 ccm = 70,54 Proc.

Probe II. 17,6 ccm feuchtes Gas = 15,102 ccm (trocken, 0°, 760 mm) = 72,18 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 63,45 Proc. CO₂
 35,22 " O₂
 1,33 " N₂

 100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 9,582 ccm = 45,80 Vol.-Proc. CO₂
 5,319 " = 25,42 " " O₂
 0,201 " = 0,96 " " N₂

 15,102 ccm = 72,18 Proc.

Versuch 3. 2 Proben desselben defibrinirten Rindsblutes in gleicher Weise mit Sauerstoff gesättigt, die I. Probe am 9. Mai 1898 bei 20,5° C. und 731 mm, die Probe II 17 Stunden später am 10. Mai 1898 bei 21° C. und 731,5 mm. Gasanalyse am 10. Mai 1898; t = 21,5° C., b = 727,5 mm.

Probe I. 16,7 ccm feuchtes Gas = 14,375 (trocken, 0°, 760 mm) = 68,71 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 65,33 Proc. CO₂
 33,81 " O₂
 0,86 " N₂

 100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 9,392 ccm = 44,89 Vol.-Proc. CO₂
 4,860 " = 23,23 " " O₂
 0,123 " = 0,59 " " N₂

 14,375 ccm = 68,71 Proc.

Probe II. 15,8 ccm feuchtes Gas = 13,600 ccm (trocken, 0°, 760 mm) = 65,01 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 64,38 Proc. CO₂

32,29	=	O ₂
3,33	=	N ₂
<hr/>		
100,00	Proc.	

Das Blut enthielt somit: 8,756 ccm = 41,85 Vol.-Proc. CO₂

4,391	=	20,99	=	O ₂
0,453	=	2,16	=	N ₂
<hr/>				
13,600	ccm	=	65,00	Vol. Proc.

Versuch 4. 2 Proben desselben defibrinirten Rindsblutes in gleicher Weise mit Sauerstoff gesättigt, die I. Probe am 11. Mai 1898 11 h. vormittags bei 22° C. und 727 mm, die II. Probe 8 Stunden später am 11. Mai 1898 7 h. abends bei 22° C. und 723,5 mm.

Gasanalyse am 12. Mai 1898 bei 21° C. und 721 mm.

Probe I. 17,2 ccm feuchtes Gas = 14,704 ccm (trocken, 0°, 760 mm)
 = 70,28 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 64,43 Proc. CO₂

34,28	=	O ₂
1,29	=	N ₂
<hr/>		
100,00	Proc.	

Das Blut enthielt somit: 9,474 ccm = 45,28 Vol.-Proc. CO₂

5,040	=	24,09	=	O ₂
0,189	=	0,91	=	N ₂
<hr/>				
14,703	ccm	=	70,28	Proc.

Probe II. 16,5 ccm feuchtes Gas = 14,105 ccm (trocken, 0°, 760 mm)
 = 67,42 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 64,07 Proc. CO₂

33,98	=	O ₂
1,95	=	N ₂
<hr/>		
100,00	Proc.	

Das Blut enthielt somit: 9,037 ccm = 43,19 Vol.-Proc. CO₂

4,793	=	22,91	=	O ₂
0,275	=	1,32	=	N ₂
<hr/>				
14,105	ccm	=	67,42	Proc.

B. Versuche an gesunden und kranken Menschen.

Versuch 1. 48 jährige Frau, schwere Anämie. Aderlass und Entgasung am 11. Juni 1898; t = 21,0° C., b = 732 mm.

Gasanalyse am 12. Juni 1898. t = 21,5° C., b = 731,5 mm.

8,0 ccm feuchtes Gas = 6,925 ccm (0°, 760 mm) = 33,10 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hat folgende Zusammensetzung: 83,00 Proc. CO₂

13,71	=	O ₂
3,29	=	N ₂
<hr/>		
100,00	Proc.	

Das Blut enthielt somit: 5,748 ccm = 27,47 Vol.-Proc. CO₂
 0,949 " = 4,54 " " O₂
 0,228 " = 1,09 " " N₂

 6,925 ccm = 33,10 Proc.

Specifisches Gewicht des Blutes: 1031,2.

1,2197 g Blut = 1,182 ccm verdünnt auf 118 ccm (100 fach).

Winkeleinstellung:

im I. Quadranten: $\alpha = 39^\circ 39'$, $\beta = 47^\circ 26'$.

$\varepsilon (1:100) = 0,23735$

im II. Quadranten: $\alpha = 49^\circ 28'$, $\beta = 41^\circ 41'$

$\varepsilon (1:100) = 0,23676$

Hämoglobingehalt des Blutes: I. 2,74 Proc. II. 2,73 Proc.

Versuch 2. 15jähriges Mädchen, Chlorosis. Aderlass und Entgasung am 20. Juli 1898: b = 731,5, t = 24° C.

Gasanalyse am 21. Juli 1898: t = 23,5° C, b = 735,5 mm.

8,3 ccm feuchtes Gas = 7,150 ccm (trocken, 0° C., 760 mm) = 34,17 Vol.-Proc.

Das Gas hat folgende Zusammensetzung: 76,14 Proc. CO₂
 21,18 " O₂
 2,68 " N₂

 100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 5,444 ccm = 26,02 Vol.-Proc. CO₂
 1,515 " = 7,24 " " O₂
 0,191 " = 0,91 " " N₂

 7,150 ccm = 34,17 Proc.

Specifisches Gewicht des Blutes: 1032,8.

1,1740 g Blut = 1,1367 ccm verdünnt zu 114 ccm (100 fach).

Winkeleinstellung:

im I. Quadranten: $\alpha = 40^\circ 8'$, $\beta = 50^\circ 33'$; $\varepsilon (1:100) = 0,31760$

im II. Quadranten: $\alpha = 49^\circ 51'$, $\beta = 39^\circ 26'$; $\varepsilon (1:100) = 0,31761$.

Hämoglobingehalt des Blutes: 3,665 Proc.

Versuch 3. 22jähriges Mädchen, Chlorosis. Aderlass und Entgasung am 14. Juni 1898; b = 732,5 mm, t = 21,5° C.

Gasanalyse am 16. Juni 1898; b = 727,5 mm, t = 19° C.

8,95 ccm feuchtes Gas = 7,803 ccm (trocken, 0°, 760 mm) = 37,30 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 78,59 Proc. CO₂
 19,21 " O₂
 2,20 " N₂

 100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 6,133 ccm = 29,31 Vol.-Proc. CO₂
 1,499 " = 7,17 " " O₂
 0,171 " = 0,82 " " N₂

 7,803 ccm = 37,30 Proc.

Specifisches Gewicht des Blutes: 1039,4.

1,1927 g Blut = 1,147 ccm verdünnt auf 115 ccm (100 fach).
 Winkeleinstellung: $\alpha = 39^{\circ} 35'$, $\beta = 49^{\circ} 57'$; $\varepsilon (1:100) = 0,47408$.
 Hämoglobingehalt des Blutes: 5,47 Proc.

Versuch 4. 64jährige Frau mit schwerer (perniciöser) Anämie.
 Aderlass und Entgasung am 15. Mai 1898; $t = 20,00^{\circ} \text{C.}$, $b = 736 \text{ mm.}$
 Gasanalyse am gleichen Tage; $t = 20,5^{\circ} \text{C.}$, $b = 736 \text{ mm.}$
 9,1 ccm feuchtes Gas = 7,988 ccm (trocken, 0° , 760 mm) = 38,18 Vol.-
 Proc. des Blutes.

Das Gas hatte die Zusammensetzung: 73,32 Proc. CO_2

$$\begin{array}{rcl} 18,38 & = & \text{O}_2 \\ 8,30 & = & \text{N}_2 \\ \hline 100,00 & \text{Proc.} & \end{array}$$

Das Blut enthielt somit: 5,857 ccm = 28,00 Vol.-Proc. CO_2

$$\begin{array}{rcl} 1,468 & = & 7,01 & = & \text{O}_2 \\ 0,663 & = & 3,17 & = & \text{N}_2 \\ \hline 7,988 & \text{ccm} & = & 38,18 & \text{Proc.} \end{array}$$

Specificsches Gewicht des Blutes: 1037,7.

1,6724 g Blut = 1,6115 ccm verdünnt zu 161 ccm (100 fach).
 Winkeleinstellung: $\alpha = 39^{\circ} 6'$, $\beta = 55^{\circ} 1'$; $\varepsilon (1:100) = 0,49025$.
 Hämoglobingehalt des Blutes: 5,65 Proc.

Versuch 5. 23 jähriges Mädchen, Chlorosis.
 Aderlass und Entgasung am 29. März 1898; $t = 17,5^{\circ} \text{C.}$, $b = 719 \text{ mm.}$
 Gasanalyse am 30. März 1898; $t = 17,5^{\circ} \text{C.}$, $b = 718,0 \text{ mm.}$
 9,95 ccm feuchtes Gas = 8,624 ccm (trocken, 0° , 760 mm) = 41,22
 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 69,98 Proc. CO_2

$$\begin{array}{rcl} 21,98 & = & \text{O}_2 \\ 8,04 & = & \text{N}_2 \\ \hline 100,00 & \text{Proc.} & \end{array}$$

Das Blut enthielt somit: 6,035 ccm = 28,84 Vol.-Proc. CO_2

$$\begin{array}{rcl} 1,895 & = & 9,06 & = & \text{O}_2 \\ 0,694 & = & 3,32 & = & \text{N}_2 \\ \hline 8,624 & \text{ccm} & = & 41,22 & \text{Proc.} \end{array}$$

Specificsches Gewicht des Blutes: 1044.

1,5885 g Blut = 1,52 ccm verdünnt auf 152 ccm (100 fach).
 Winkeleinstellung: $\alpha = 38^{\circ} 55'$, $\beta = 58^{\circ} 8'$; $\varepsilon (1:100) = 0,59877$.
 Hämoglobingehalt des Blutes: 6,91 Proc.

Versuch 6. 24jähriges Weib. Anämie.
 Aderlass am 8. Juni 1898; Gasanalyse am 9. Juni 1898; $t = 22^{\circ} \text{C.}$
 $b = 734,5 \text{ mm.}$
 10,5 ccm feuchtes Gas = 9,103 ccm (trocken, 0° , 760 mm) = 43,51 Vol.-
 Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 72,61 Proc. CO_2

$$\begin{array}{rcl} 24,18 & = & \text{O}_2 \\ 3,21 & = & \text{N}_2 \\ \hline 100,00 & \text{Proc.} & \end{array}$$

Das Blut enthielt somit: 6,610 ccm = 31,59 Vol.-Proc. CO₂
 2,201 " = 10,52 " = O₂
 0,292 " = 1,40 " = N₂

 9,103 ccm = 43,51 Proc.

Specifisches Gewicht des Blutes: 1043,6.

1,322 g Blut = 1,2667 ccm verdünnt auf 190 ccm (150 fach).

Winkeleinstellung:

im I. Quadranten: $\alpha = 39^{\circ} 10'$, $\beta = 53^{\circ} 37'$; $\varepsilon (1:100) = 0,66507$

im II. Quadranten: $\alpha = 50^{\circ} 30'$, $\beta = 36^{\circ} 3'$; $\varepsilon (1:100) = 0,66551$.

Hämoglobingehalt des Blutes: I. 7,675 Proc., II. 7,68 Proc.

Versuch 7. 23 jähriges Mädchen mit Chlorose.

Aderlass und Entgasung am 27. Juli 1898; $t = 24^{\circ} \text{C.}$, $b = 731,0 \text{ mm.}$

Gasanalyse am 28. Juli 1898; $t = 23,5^{\circ} \text{C.}$, $b = 731,0 \text{ mm.}$

10,9 ccm Gas feucht = 9,306 ccm (trocken, 0° , 760 mm) = 44,48 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 72,19 Proc. CO₂
 26,86 " O₂
 0,95 " N₂

 100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 6,718 ccm = 32,11 Vol.-Proc. CO₂
 2,500 " = 11,95 " = O₂
 0,088 " = 0,42 " = N₂

 9,306 ccm = 44,48 Proc.

Specifisches Gewicht des Blutes: 1046,69.

A. 1,1593 g Blut = 1,1076 ccm verdünnt zu 166 ccm (150 fach).

Winkeleinstellung:

im I. Quadranten: $\alpha = 39^{\circ} 13'$, $\beta = 56^{\circ} 1'$; $\varepsilon (1:100) = 0,77868$

im II. Quadranten: $\alpha = 51^{\circ} 0'$, $\beta = 34^{\circ} 12'$; $\varepsilon (1:100) = 0,77819$

Hämoglobingehalt des Blutes: I. 8,987 Proc., II. 8,981 Proc.

B. 1,5398 g Blut = 1,471 ccm verdünnt zu 147 ccm (100 fach).

im I. Quadranten: $\alpha = 39^{\circ} 13'$, $\beta = 63^{\circ} 28'$; $\varepsilon (1:100) = 0,77981$

im II. Quadranten: $\alpha = 51^{\circ} 0'$, $\beta = 26^{\circ} 43'$; $\varepsilon (1:100) = 0,77959$.

Hämoglobingehalt des Blutes: I. 8,999 Proc., II. 8,997 Proc.

Mittel sämmtlicher Werthe = 8,991 Proc.

Versuch 8. 19 jähriges Mädchen, leichte Anämie.

Aderlass und Entgasung am 14. Juli 1898; $t = 21^{\circ} \text{C.}$, $b = 730 \text{ mm.}$

Gasanalyse am 15. Juli 1898; $t = 21,5^{\circ} \text{C.}$, $b = 735,5 \text{ mm.}$

11,3 ccm feuchtes Gas = 9,823 ccm (trocken, 0° , 760 mm) = 46,95 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 65,84 Proc. CO₂
 33,34 " O₂
 0,81 " N₂

 100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 6,468 ccm = 30,91 Vol.-Proc. CO₂
 3,275 = = 15,66 = = O₂
 0,080 = = 0,38 = = N₂

 9,823 = = 46,95 Proc.

Specifisches Gewicht des Blutes: 1052,0.

1,2550 g Blut = 1,1929 ccm verdünnt auf 179 ccm (150 fach).

Winkelleinstellung: $\alpha = 37^{\circ} 50'$, $\beta = 57^{\circ} 28'$; $\varepsilon (1:100) = 0,91515$.

Hämoglobingehalt des Blutes = 10,56 Proc.

Versuch 9. 30 jährige gesunde Frau.

Aderlass und Entgasung am 19. Februar 1898; Gasanalyse am gleichen Tage; $t = 18,5^{\circ} \text{C.}$, $b = 724,5 \text{ mm.}$

12,3 ccm feuchtes Gas = 10,698 ccm (trocken, 0°, 760 mm) = 51,13 Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 69,9 Proc. CO₂

26,9 = O₂
 3,2 = N₂

100,0 Proc.

Das Blut enthielt somit: 7,479 ccm = 35,75 Vol.-Proc. CO₂

2,876 = = 13,75 = = O₂
 0,342 = = 1,63 = = N₂

10,697 ccm = 51,13 Proc.

0,9813 g Blut verdünnt zu 147 ccm (150 fach).

Winkelleinstellung: $\alpha = 37^{\circ} 15'$, $\beta = 58^{\circ} 2'$; $\varepsilon (1:100) = 0,9711$.

Hämoglobingehalt des Blutes: 11,20 Proc.

Versuch 10. 21 jährige Frau gesund. Aderlass und Entgasung am 8. Juli 1898; $t = 21^{\circ} \text{C.}$, $b = 730,0 \text{ mm.}$

Gasanalyse am 9. Juli 1898; $t = 21^{\circ} \text{C.}$, $b = 732,0 \text{ mm.}$

Das Blut enthielt 17,10 Vol.-Proc. Sauerstoff.

Specifisches Gewicht des Blutes: 1053,3.

1,0203 g = 0,9686 ccm verdünnt zu 145 ccm (150 fach).

Winkelleinstellung: $\alpha = 38^{\circ} 34'$, $\beta = 59^{\circ} 56'$; $\varepsilon (1:100) = 1,0072$.

Hämoglobingehalt des Blutes: 11,62 Proc.

Versuch 11. 25 jähriger Mann; Cretin, sonst gesund.

Aderlass am 15. Juli 1898. Ein Theil des Blutes wird defibrinirt. Ein anderer Theil wird durch Zusatz von NaFl-Lösung ungerinnbar gemacht, das Verdünnungsverhältniss beträgt: 100 ccm Blut + 5 ccm NaFl-Lösung.

Das Fluoridblut wurde sofort, das defibrinirte Blut circa 7 Stunden später verarbeitet. Bei beiden Parallelversuchen war $t = 21,5^{\circ} \text{C.}$, b im ersten Versuch = 735,5 mm, im zweiten = 734,5 mm.

Die Gasanalysen wurden am 16. Juli 1898 ausgeführt bei $t = 21,5^{\circ} \text{C.}$, $b = 734,5 \text{ mm.}$

I. Defibrinirtes Blut.

12,0 ccm Gas (feucht) = 10,432 ccm (trocken, 0°, 760 mm) = 49,86 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 65,83 Proc. CO₂
 34,27 „ O₂
 100,10

Das Blut enthielt somit: 6,867 ccm = 32,82 Vol.-Proc. CO₂
 3,575 „ = 17,09 „ O₂
 10,442 ccm = 49,91 Proc.

Zur Hämoglobinbestimmung wurden 5 ccm Blut auf 750 ccm (150 fach) verdünnt.

Winkelleinstellung: $\alpha = 37^{\circ} 38'$, $\beta = 62^{\circ} 11'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,02184$.

Hämoglobingehalt des defibrinirten Blutes: 11,79 Proc.

II. Fluoridblut.

14,6 ccm feuchtes Gas = 12,692 ccm (trocken, 0°, 760 mm = 60,66 Vol.-Proc. des Fluoridblutes oder 63,69 Vol.-Proc. des nativen Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 63,03 Proc. CO₂
 36,63 „ O₂
 0,34 „ N₂
 100,00 Proc.

Das Fluoridblut enthielt somit: 7,999 ccm = 38,23 Vol.-Proc. CO₂
 4,650 „ = 22,22 „ O₂
 0,043 „ = 0,21 „ N₂
 12,692 ccm = 60,66 Proc.

Das native Blut enthielt demnach: 40,14 Vol.-Proc. CO₂
 23,33 „ O₂
 0,22 „ N₂

Zur Hämoglobinbestimmung wurden 5 ccm Blut auf 750 ccm verdünnt (150 fach).

Winkelleinstellung: $\alpha = 37^{\circ} 50'$, $\beta = 61^{\circ} 37'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,13143$

Hämoglobingehalt (für das native Blut berechnet): 13,71 Proc.

Versuch 12. 24 jähriger gesunder med. stud. Aderlass und Entgasung am 23. März 1898; t = 21° C; b = 726 mm.

Gasanalyse am 24. März 1898; t = 19° C., b = 721 mm.

13,95 ccm feuchtes Gas = 12,052 ccm (trocken, 0°, 760 mm) = 57,60 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 66,84 Proc. CO₂
 31,89 „ O₂
 1,27 „ N₂
 100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 8,055 ccm = 38,50 Vol.-Proc. CO₂
 3,844 „ = 18,37 „ O₂
 0,153 „ = 0,73 „ N₂
 12,052 ccm = 57,60 Proc.

Specifisches Gewicht des Blutes: 1062.

Zur Hämoglobinbestimmung wurde das Blut 150 fach verdünnt.

Winkelleinstellung:

im I. Quadranten: $\alpha = 38^{\circ} 27'$, $\beta = 61^{\circ} 13'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,0809$

im II. Quadranten: $\alpha = 51^{\circ} 44'$, $\beta = 28^{\circ} 58'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,0796$

Hämoglobingehalt des Blutes: 12,46 Proc.

Versuch 13. 35 jähriger Mann. Ischias, sonst gesund. Aderlass und Entgasung am 19. März 1898; $t = 21^{\circ} \text{C.}$; $b = 734 \text{ mm.}$

Gasanalyse am 20. März 1898; $t = 20^{\circ} \text{C.}$, $b = 730,0 \text{ mm.}$

12,1 ccm feuchtes Gas = 10,534 ccm (trocken, 0° , 760 mm) = 50,35 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 70,15 Proc. CO_2

26,53	=	O_2
3,32	=	N_2

100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 7,390 ccm = 35,32 Vol.-Proc. CO_2

2,795	=	13,36	=	O_2
0,349	=	1,67	=	N_2

10,534 = 50,35 Proc.

Zur Hämoglobinbestimmung wurde das Blut auf das 150 fache verdünnt.

Winkелеinstellung:

im I. Quadranten: $\alpha = 37^{\circ} 40'$, $\beta = 60^{\circ} 36'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,0846$

im II. Quadranten: $\alpha = 52^{\circ} 40'$, $\beta = 29^{\circ} 44'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,0826$

Hämoglobingehalt des Blutes: 12,50 Proc.

Versuch 14. 33 jährige Frau, Hysterie, sonst gesund. Aderlass und Entgasung am 13. Juli 1898, $t = 21,5^{\circ} \text{C.}$, $b = 727,5 \text{ mm.}$

Gasanalyse am 14. Juli 1898; $t = 20,5^{\circ} \text{C.}$, $b = 730 \text{ mm.}$

10,8 ccm feuchtes Gas = 9,379 ccm (trocken, 0° , 760 mm) = 44,83 Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 62,61 Proc. CO_2

36,07	=	O_2
1,32	=	N_2

100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 5,873 ccm = 28,07 Vol.-Proc. CO_2

3,383	=	16,17	=	O_2
0,123	=	0,59	=	N_2

9,379 ccm = 44,83 Proc.

Specifisches Gewicht des Blutes: 1053,8.

0,9505 g Blut = 0,902 ccm verdünnt zu 135 ccm (150 fach).

Winkелеinstellung: $\alpha = 38^{\circ} 54'$, $\beta = 61^{\circ} 51'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,0943$.

Hämoglobingehalt des Blutes: 12,62.

Versuch 15. 24 jährige Frau, gesund. Aderlass und Entgasung am 6. Juli 1898; $t = 21^{\circ} \text{C.}$, $b = 734,5 \text{ mm.}$

Gasanalyse am 7. Juli 1898; $t = 21,5^{\circ} \text{C.}$, $b = 734,0 \text{ mm.}$

12,25 ccm Gas (feucht) = 10,643 ccm (trocken, 0° , 760 mm) = 50,87 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 67,28 Proc. CO_2

29,52	=	O_2
3,20	=	N_2

100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 7,161 ccm = 34,22 Vol.-Proc. CO₂
 3,142 " = 15,02 " " O₂
 0,340 " = 1,63 " " N₂
 10,643 ccm = 50,87 Proc.

Specificsches Gewicht des Blutes: 1055,9.

1,0877 g Blut = 1,0301 ccm verdünnt auf 154 ccm (150 fach).

Winkeleinstellung:

im I. Quadranten: $\alpha = 39^{\circ} 29'$, $\beta = 62^{\circ} 45'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,11695$

im II. Quadranten: $\alpha = 50^{\circ} 48'$, $\beta = 27^{\circ} 32'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,11432$.

Hämoglobingehalt des Blutes: I 12,89, II 12,84 Proc.

Versuch 16. 40 jähriger gesunder Mann. Aderlass und Entgasung am 4. Juli 1898; $t = 21,5^{\circ}$ C., $b = 731,5$ mm.

Gasanalyse am 5. Juli 1898; $t = 21,5^{\circ}$ C., $b = 735,0$.

13,75 ccm feuchtes Gas = 11,96 ccm (trocken, 0° , 760 mm) = 57,17 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 68,084 Proc. CO₂
 31,794 " O₂
 0,122 " N₂
 100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 8,143 ccm = 38,29 Vol.-Proc. CO₂
 3,803 " = 18,18 " " O₂
 0,014 " = 0,70 " " N₂
 11,960 ccm = 57,17 Proc.

Specificsches Gewicht des Blutes: 1057,9.

1,3251 g Blut = 1,2525 ccm verdünnt zu 188 ccm (150 fach).

Winkeleinstellung: $\alpha = 39^{\circ} 17'$, $\beta = 64^{\circ} 4'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,20104$.

Hämoglobingehalt des Blutes: 13,86 Proc.

Versuch 17. 40 jähriger gesunder Mann.

Aderlass am 18. Juli 1898. Ein Theil des Blutes wurde defibrinirt. Der andere Theil wurde durch Zusatz von NaFl-Lösung ungerinnbar gemacht, das Verdünnungsverhältniss war: 67 ccm Blut + 5 ccm Fluoridlösung. Das defibrinirte Blut wurde sofort, das Fluoridblut ca. 8 Stunden später verarbeitet. In beiden Parallelversuchen war $t = 23,5^{\circ}$ C., bei der Verarbeitung des defibrinirten Blutes $b = 735,5$ mm, bei der Verarbeitung des Fluoridblutes $b = 733,0$ mm.

I. Defibrinirtes Blut.

15,1 ccm Gas (feucht, $22,5^{\circ}$ C., 734,0 mm) = 13,049 ccm (trocken, 0° , 760 mm) = 62,37 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 63,53 Proc. CO₂
 36,39 " O₂
 0,08 " N₂
 100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 8,290 ccm = 39,63 Vol.-Proc. CO₂
 4,748 " = 22,69 " " O₂
 0,011 " = 0,05 " " N₂
 13,049 ccm = 62,37 Proc.

Zur Hämoglobinbestimmung wurden 5 ccm Blut auf 750 ccm (150 fach) verdünnt.

Winkeleinstellung: $\alpha = 37^{\circ} 26'$, $\beta = 62^{\circ} 44'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,21176$.

Hämoglobingehalt des Blutes: 13,98 Proc.

II. Fluoridblut.

15,0 ccm (feucht, 733 mm, $23,5^{\circ}$ C.) = 12,877 ccm (trocken, 0° , 760 mm) = 61,54 Vol.-Proc. des Fluoridblutes = 66,13 Vol.-Proc. des nativen Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 62,28 Proc. CO_2

35,98	=	O_2
1,74	=	N_2

100,00 Proc.

Das Fluoridblut enthielt somit: 8,020 ccm = 38,33 Vol.-Proc. CO_2

4,633	=	22,14	=	O_2
0,224	=	1,07	=	N_2

12,877 ccm = 61,54 Proc.

Das native Blut enthielt demnach: 41,19 Vol.-Proc. CO_2

23,79	=	O_2
1,15	=	N_2

66,13 Proc.

Zur Hämoglobinbestimmung wurden 5 ccm auf 750 ccm (150 fach) verdünnt.

Winkeleinstellung: $\alpha = 37^{\circ} 26'$, $\beta = 61^{\circ} 1'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,11784$.

Hämoglobingehalt (für das native Blut berechnet): 13,86 Proc.

Versuch 18. 25jähriger gesunder med. stud. Aderlass und Entgasung am 1. April 1898; $t = 19^{\circ}$ C., $b = 723$ mm.

Gasanalyse am 2. April 1898; $t = 18^{\circ}$ C., $b = 716$ mm.

12,9 ccm feuchtes Gas = 11,12 ccm (trocken, 0° , 760 mm) = 53,15 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 73,34 Proc. CO_2

24,22	=	O_2
2,44	=	N_2

100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 8,1554 ccm = 38,98 Vol.-Proc. CO_2

2,6932	=	12,87	=	O_2
0,2714	=	1,30	=	N_2

11,1200 ccm = 53,15 Proc.

Specificsches Gewicht des Blutes: 1055,8.

1,1614 g Blut = 1,099 ccm verdünnt auf 165 ccm (150 fach).

Winkeleinstellung: $\alpha = 38^{\circ} 40'$, $\beta = 63^{\circ} 50'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,21600$.

Hämoglobingehalt des Blutes: 14,03 Proc.

Versuch 19. 24jähriger gesunder med. stud. Aderlass und Entgasung am 26. März 1898; $t = 19,5^{\circ}$ C., $b = 721$ mm.

Gasanalyse am 27. März 1898; $t = 17^{\circ}$ C., $b = 719$ mm.

12,55 ccm feuchtes Gas = 10,92 ccm (trocken 0° , 760 mm) = 52,19 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 65,74 Proc. CO_2
 33,42 „ O_2
 0,84 „ N_2
 100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 7,179 ccm = 34,31 Vol.-Proc. CO_2
 3,649 „ = 17,44 „ O_2
 0,092 „ = 0,44 „ N_2
 10,920 ccm = 52,19 Proc.

Specificsches Gewicht des Blutes: 1061,9.

0,9865 g Blut = 0,929 ccm verdünnt zu 139 ccm (150 fach).

Winkelleinstellung:

im I. Quadranten: $\alpha = 38^\circ 1'$, $\beta = 62^\circ 22'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,2200$.

im II. Quadranten: $\alpha = 51^\circ 52'$, $\beta = 26^\circ 31'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,2211$.

Hämoglobingehalt des Blutes: 14,08 Proc.

Versuch 20. 28 Jahre alter Mann, Ischias.

Aderlass am 21. Juli 1898. Ein Theil des Blutes wurde defibrinirt. Der andere Theil wurde durch Zusatz von NaFl-Lösung ungerinnbar gemacht, das Verdünnungsverhältnis war: 70 ccm Blut + 5 ccm NaFl-Lösung.

Das defibrinirte Blut wurde sofort, das Fluoridblut 7 Stunden später verarbeitet. Bei beiden Parellelversuchen war $t = 23,5^\circ \text{C}$, $b = 735,5 \text{ mm}$.

Die Gasanalysen wurden am 22. Juli 1898 ausgeführt bei $t = 24^\circ \text{C}$ und $b = 736,0 \text{ mm}$.

I. Defibrinirtes Blut.

14,8 ccm feuchtes Gas = 12,724 ccm (trocken 0° , 760 mm) = 60,82 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 61,45 Proc. CO_2
 38,09 „ O_2
 0,46 „ N_2
 100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 7,819 ccm = 37,37 Vol.-Proc. CO_2
 4,847 „ = 23,17 „ O_2
 0,058 „ = 0,28 „ N_2
 12,724 ccm = 60,82 Proc.

Zur Hämoglobinbestimmung wurden 5 ccm Blut auf 750 ccm (150 fach) verdünnt.

Winkelleinstellung:

im I. Quadranten: $\alpha = 40^\circ 8'$, $\beta = 65^\circ 54'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,27054$.

im II. Quadranten: $\alpha = 49^\circ 51'$, $\beta = 24^\circ 5'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,27079$.

Hämoglobingehalt des defibrinirten Blutes: I. 14,663, II. 14,666 Proc.

II. Fluoridblut.

13,15 ccm feuchtes Gas = 11,336 ccm (trocken, 0° , 760 mm) = 54,18 Vol.-Proc. des Fluoridblutes oder 58,34 Vol.-Proc. des nativen Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 63,07 Proc. CO_2
 35,82 „ O_2
 1,11 „ N_2
 100,00 Proc.

Das Fluoridblut enthielt somit: 7,149 ccm = 34,17 Vol.-Proc. CO₂
 4,061 " = 19,41 " " O₂
 0,126 " = 0,60 " " N₂

11,336 ccm = 54,18 Proc.

Das native Blut enthielt demnach: 36,79 Vol.-Proc. CO₂

20,90 " " O₂

0,64 " " N₂

58,33 Proc.

Zur Hämoglobinbestimmung wurden 5 ccm Blut auf 750 ccm (150 fach) verdünnt.

Winkeleinstellung:

im I. Quadranten: $\alpha = 40^{\circ} 8'$, $\beta = 63^{\circ} 32'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,13109$

im II. Quadranten: $\alpha = 49^{\circ} 51'$, $\beta = 26^{\circ} 27'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,13128$.

Hämoglobingehalt des Fluoridblutes auf den Gehalt des nativen Blutes an Hämoglobin umgerechnet: 14,05 Proc.

Versuch 21. 30 jähriger gesunder Mann. Aderlass und Entgasung am 28. Juni 1898; $t = 23^{\circ} \text{C.}$, $b = 731,0 \text{ mm.}$

Gasanalyse am 29. Juni 1898; $t = 22,5^{\circ} \text{C.}$, $b = 732,5 \text{ mm.}$

Das Blut enthielt 19,3 Vol.-Proc. Sauerstoff.

Specifisches Gewicht des Blutes: 1060,7.

1,3111 g Blut = 1,236 ccm verdünnt auf 185 ccm (150 fach).

Winkeleinstellung:

im I. Quadranten: $\alpha = 39^{\circ} 50'$, $\beta = 65^{\circ} 57'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,2875$

im II. Quadranten: $\alpha = 50^{\circ} 13'$, $\beta = 24^{\circ} 6'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,2867$.

Hämoglobingehalt des Blutes: I. 14,86 Proc. II. 14,85 Proc.

Versuch 22. 64 Jahre alter Mann, Ischias, sonst gesund. Aderlass und Entgasung am 30. Juni 1898; $t = 22,5^{\circ} \text{C.}$, $b = 737,5 \text{ mm.}$

Gasanalyse am 1. Juli 1898; $t = 22,5^{\circ} \text{C.}$, $b = 736,5 \text{ mm.}$

13,9 ccm feuchtes Gas = 12,054 ccm (trocken 0° , 760 mm) = 57,61 Vol.-Proc. des Blutes.

Das Gas hatte folgende Zusammensetzung: 60,31 Proc. CO₂

38,38 " O₂

1,31 " N₂

100,00 Proc.

Das Blut enthielt somit: 7,269 ccm = 34,75 Vol.-Proc. CO₂

4,627 " = 22,11 " " O₂

0,158 " = 0,75 " " N₂

12,054 ccm = 57,61 Proc.

Specifisches Gewicht des Blutes: 1061,5.

0,9516 g Blut = 0,89646 ccm verdünnt zu 134 ccm (150 fach).

Winkeleinstellung:

im I. Quadranten: $\alpha = 38^{\circ} 25'$, $\beta = 65^{\circ} 11'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,30697$

im II. Quadranten: $\alpha = 50^{\circ} 17'$, $\beta = 23^{\circ} 31'$; $\varepsilon (1 : 100) = 1,3257$.

Hämoglobingehalt des Blutes: I. 15,12 Proc., II. 15,23 Proc.