(Aus dem physiologischen Institut zu Christiania.)

Ueber den Gehalt des Blutes an Zucker und reducirender Substanz unter verschiedenen Umständen.

Von

Jac. G. Otto.

Ueber den normalen Zuckergehalt des Blutes liegen eine bedeutende Zahl von Bestimmungen vor, von denen jedoch kaum eine vollkommen von Mängeln frei ist. Der Zucker ist bei diesen Untersuchungen theils durch Titrirung mit Fehling'scher Flüssigkeit, theils dadurch bestimmt worden, dass das von Eiweiss befreite Blut mit einer alkalischen Kupferoxydlösung erhitzt, der abfiltrirte Kupferoxydulniederschlag mit Salpetersäure oxydirt und sein Kupfergehalt auf galvanischem Wege ermittelt wurde — und endlich in der neueren Zeit (von Mering und Bleile) theils durch Titrirung mit Sachse's Flüssigkeit. In so fern ist gegen die Methode nichts einzuwenden, aber keiner der früheren Forscher auf diesem Gebiete hat auf das mögliche Vorkommen anderer reducirender Stoffe im Blute als Zucker gebührend Rücksicht genommen, wiewohl mehrere von ihnen sogar ausdrücklich das Vorhandensein derartiger Stoffe hervorheben und obgleich es unter keinen Umständen als bewiesen angesehen werden kann, dass das Blut ausser Zucker keine reducirenden Substanzen enthält. Was diese Frage im Allgemeinen betrifft, so hat sich etwas Uneinigkeit unter den Forschern gezeigt. Hoppe Seyler¹⁾ meint (oder meinte) z. B. die reducirenden Stoffe sollten sich erst bei der Fäulniss des Blutes bilden; es muss jedoch wohl jetzt, besonders nach den neueren Untersuchungen von Pflüger²⁾ und Alex. Schmidt³⁾ als bewiesen angesehen werden, dass sie wirklich —

1) Medicinisch-chemische Untersuchungen. Berlin 1866, S. 133 u. f.

2) Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1869, S. 321 und 722.

3) Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1867, S. 356.

wenn auch vielleicht nur in geringem Grade — schon in vollkommen frischem Blute vorkommen. Dieselbe Erfahrung hat auch Cl. Bernard¹⁾ gemacht, und Affanasiew²⁾ und Tscheriew³⁾ haben darauf weitere Anhaltspunkte zur Beurtheilung des Ursprunges dieser Stoffe geliefert, indem der Erste nachwies, dass nur die Blutkörperchen, nicht das Serum, in Erstickungsblut Sauerstoff chemisch fest zu binden vermag (d. h. so, dass er im Vacuum nicht ausgetrieben werden kann), und der Letzte die Lymphe und das Blutserum bei erstickten Thieren in dem Sinne von reducirender Substanz frei fand, dass dieselben keinen Sauerstoff chemisch aufzunehmen vermochten. Wie sich das auch immer verhalten mag, kann für meinen Zweck so ziemlich gleichgültig sein, da mir nur die Frage vorliegt, ob das Blut solche reducirende Stoffe enthält, die bei der Zuckerbestimmung nach dem allgemein gebräuchlichen Verfahren in Betracht kommen, und dies ist, wie ich später nachweisen werde, in einem verhältnissmässig nicht ganz geringen Grade der Fall.

Bevor ich jedoch zu meinen eigenen Untersuchungen über den Zuckergehalt des Blutes und derjenigen Stoffe, welche die Bestimmung desselben beeinflussen, übergehe, will ich eine kurzgefasste historische Uebersicht der bisher in dieser Richtung ausgeführten Untersuchungen vorausschicken und dann, um Wiederholungen möglichst zu sparen, in der Folge auf dieselbe verweisen. Tiedemann und Gmelin⁴⁾ scheinen die Ersten gewesen zu sein, welche Zucker im Hundeblood sowohl nach Fütterung mit Kohlenhydraten wie mit Fleisch nachzuweisen glaubten, während Mac Gregor⁵⁾ sein Vorkommen im Menschenblut, allerdings auf eine nichts weniger als sichere Untersuchungsmethode bauend, besprochen hat. Thomson⁶⁾ bestätigte dann Tiedemann's und Gmelin's Beobachtungen und bestimmte den Zuckergehalt in Hühnerblut nach der Gährungsmethode auf 0,037—0,06%. Ungefähr gleichzeitig untersuchten Magendie⁷⁾ und

1) Journ. de physiologie I, S. 233.

2) Ber. d. sächs. Ges. d. Wissensch. XXIV, 1872, S. 253.

3) Ber. d. sächs. Ges. d. Wissensch. XXVI, 1874, S. 116.

4) Verdauung nach Versuchen. Heidelberg 1826. Bd. I, S. 184—186.

5) London medical Gazette 1877, May.

6) Philosophical Magazine 1845, Vol. 26.

7) Compt. Rend. T. XXIII, S. 187.

Frerichs¹⁾ Hundeblut auf Zucker mit positivem Resultat, ersterer nach Kartoffel- und Fettnahrung (sowie bei Pferden nach reichlicher Haferfütterung, wobei er auch Dextrin zu finden glaubte), letzterer nach Genuss von Kartoffeln und Brod mittels der Trommerschen und Moores'schen Zuckerproben. Derjenige aber, welcher die Ehre hat, mit voller Bestimmtheit Zucker im Blute nachgewiesen zu haben, ist Cl. Bernard²⁾, welcher einige Jahre nachher mit gewohnter Genauigkeit den normalen Gehalt des Blutes an Zucker bewiesen und seine Unabhängigkeit von der Nahrung angegeben hat. Ohne Bernard's Resultate zu kennen, fand C. Schmidt³⁾ im Jahre 1850 dasselbe betreffs der Kuh, des Hundes und der Katze, indem er sich auf die Kupferoxydreduction und die Hefeprobe stützte, und später hat eine grosse Anzahl von Forschern diese Beobachtungen bestätigt.

Die Reactionen, auf welche sich die älteren Forscher hauptsächlich stützten, waren die reducirende Wirkung der wässrigen Lösung des eingedampften alkoholischen Blutextracts auf einzelne Metalloxyde durch Kochen mit diesen in alkalischer Lösung, Braunfärben beim Erhitzen mit Natronlauge, Alkoholgährung durch Stehen mit Hefe und Darstellung einer Verbindung der reducirenden Substanz mit Kali (Zuckerkali). Abeles⁴⁾ hat diese Beweise durch den Nachweis der optischen Activität des reducirenden Stoffes ergänzt, indem er fand, dass derselbe den Polarisationsplan nach rechts dreht. Külz⁵⁾ constatirte dann, dass die im Blut von Diabetikern und Ewald⁶⁾, dass die in normalem Blut enthaltene reducirende Substanz dextrogyr ist, wiewohl Cantani⁷⁾ zu dem gegentheiligen Resultat gelangt war, während v. Mering⁸⁾ Külz' Beobachtungen, die sich auch später als vollkommen rich-

1) Wagners Handwörterbuch der Physiologie. Braunschweig 1842, Bd. III, S. 803, Anm. 9.

2) Memoires de la société de biologie Bd. I, 1849, S. 121.

3) Charakteristik d. epidemischen Cholera, Dorpat u. Mitau 1850. S. 161.

4) Medicinische Jahrbücher 1875. 3. Heft.

5) Arch. f. exp. Pathologie und Pharmakologie Bd. VI, S. 143.

6) Berliner klinische Wochenschrift 1875, No. 51 und 52.

7) Moleschott, Untersuchungen zur Naturlehre. Bd. XI, S. 443.

8) Untersuchungen über Diabetes mellitus. Vortrag gehalten in der 49. Naturforscherversammlung in Hamburg (cit. nach der Deutschen Zeitschr. für pract. Medicin No. 40).

tig erwiesen haben, bestätigte. Auf Grund dieser Verhältnisse nimmt man gewöhnlich an, dass der im Blute normal vorkommende Zucker Traubenzucker¹⁾ ist, obwohl der eigentliche Beweis hierfür, die Darstellung in Substanz aus dem Blute, fehlt. Indessen fehlte es auch nicht an Gegnern gegen die Annahme, normales Blut enthalte Traubenzucker, und namentlich haben Pavy²⁾ und Mac. Donnell³⁾ dieselbe bekämpft. Später ist jedoch Pavy⁴⁾ durch Wiederholung seiner Versuche zu der Erkenntniss gelangt, dass er sich geirrt hat, und dass die Resultate der früheren Forscher richtig gewesen sind. Durch quantitative Bestimmungen fand er in arteriellem Blut 0,0787% Zucker, während Mac. Donnell dasselbe als vollkommen zuckerfrei bezeichnet und hierin von Schiff⁵⁾ unterstützt wird, der jedoch früher⁶⁾ selbst geringe Spuren von Zucker in Pfortaderblut gefunden hatte. Indessen muss es jetzt als vollkommen bewiesen angesehen werden, dass das Blut Zucker enthält, und das Einzige, worüber noch gestritten werden kann, ist, ob dieser Zucker Traubenzucker oder Maltose oder möglicherweise beides auf einmal ist. Bis auf Weiteres ist dies auch als eine offene Frage zu betrachten, wiewohl alle Wahrscheinlichkeit für den Traubenzucker spricht.

Die neuesten Arbeiten über den Blutzucker sind von v. Mering⁷⁾, Bleile⁸⁾ und Seegen⁹⁾, aber diese sind namentlich wegen der darin enthaltenen quantitativen Analysen interessant, und ich werde daher später auf dieselben zurückkommen. Mehrere der früher citirten Abhandlungen enthalten auch quantitative Bestimmungen des Zuckers, aber wie oben erwähnt sind die ange-

1) Vorübergehend sei bemerkt, dass Hofmeister (Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. I, 1877. S. 101) eine Spur von Milchzucker im Blute von Frauen während der Lactationsperiode gefunden hat, und dass Colin (Traité de physiologie comparée etc. T. II, S. 544) nach Fütterung mit Rohrzucker diesen im Pfortaderblut bei Hunden nachgewiesen zu haben glaubt.

2) Researches on the nature and treatment of diabetes. 2. Edition 1869.

3) Observations on the functions of the liver. Dublin 1864.

4) Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1877. No. 35. S. 630.

5) Journ. de l'anatomie et de physiologie 1866.

6) Untersuchungen über d. Zuckerbildung in der Leber. Würzburg 1859.

7) Arch. f. Anatomie und Physiologie. Physiol. Abthl. 1877, S. 379—416.

8) Arch. f. Anatomie und Physiologie. Physiol. Abthl. 1879, S. 59—78.

9) Dies Archiv Bd. XXXIV. 1884, S. 388—422.

wandten Methoden nicht einwurfsfrei, was auch bereits aus dem Umstande hervorgeht, dass die verschiedenen Analytiker in dieser Beziehung zu abweichenden Resultaten gelangt sind, was ich später zu beleuchten beabsichtige, sobald ich meine eigenen Untersuchungen über diesen Gegenstand mitgetheilt haben werde.

Bei den Versuchen, welche die Bestimmung des Zuckergehaltes im Blute bezweckten, bin ich auf folgende Weise verfahren:

Das direct aus der Ader kommende Blut wurde in einem grossen Ueberschusse von absolutem Alkohol aufgefangen, um Fermentwirkungen zu vermeiden, was übrigens nach der Meinung der meisten Forscher und meinen späteren Erfahrungen wenig oder nichts zu bedeuten hat. Das Glas und der Alkohol waren vorher genau gewogen, so dass man durch Wägen nach dem Aderlass die Menge des angewandten Blutes erfahren konnte. Das ausgeschiedene Coagulum, das allen Blutfarbstoff und alles Eiweiss enthielt, wurde abfiltrirt und mit kochendem Wasser vollständig ausgewaschen¹⁾. Aus dem mit dem Waschwasser vereinigten Filtrat wurde aller Alkohol durch Verdunsten entfernt und der Zucker darin mittels der von Worm Müller²⁾ ausgebildeten Methode zur Bestimmung kleiner Zuckermengen im Harne bestimmt. Dieselbe besteht einfach darin, dass die zuckerhaltige Flüssigkeit — in diesem Falle das von Eiweiss und Blutfarbstoff befreite Blut — mit Knapp'scher Flüssigkeit titirt, worauf ein Theil der ursprünglichen Lösung ca. 24 Stunden mit Hefe an einem einigermaßen warmen Orte stehen gelassen, dann nach Entfernung der Hefe durch Filtriren und Erwärmen der Flüssigkeit zum Kochen nochmals titirt wurde. Die Differenz zwischen den bei beiden Titirungen gefundenen Mengen reducirender Substanz nach dem Reductionsvermögen des Traubenzuckers für Knapp'sche Flüssigkeit berechnet gibt dann den wirklichen Traubenzuckergehalt an. Auf einen Beweis für die Richtigkeit des Resultates brauche ich mich nicht einzulassen, da ein solcher neulich von Worm Müller (l. c.) betreffs des Harnes geliefert worden ist, und da hier das von Farbstoff und Eiweiss befreite Blut eine vollkommen klare und farblose Flüssigkeit ist, so ist es einleuchtend, dass die Me-

1) Specielle Versuche zeigten mir, dass das Coagulum nach dieser Behandlung keine Spur von Zucker enthielt.

2) Dies Archiv Bd. XXXIII. S. 211—220.

thode hier wenigstens eben so genau sein muss, wie bei dem oft stark gefärbten Harne.

Leider habe ich nur ein Mal Gelegenheit gehabt, den Zuckergehalt in normalem Menschenblut zu bestimmen. Dasselbe war einem Dienstmanne entnommen, welcher im Voraus untersucht und normal befunden worden war. Der Aderlass, wobei ungefähr 400 ccm Blut genommen wurden, geschah, um Material für eine Transfusion bei einem Arbeiter zu schaffen, der einen so bedeutenden Blutverlust erlitten hatte, dass er nur auf diese Weise gerettet werden konnte. Ich erhielt die ersten und die letzten 20 ccm des gelassenen Blutes zur Analyse; das Resultat der Untersuchung der ersten Portion lasse ich hier folgen, das der zweiten wird unter den Aderlassversuchen näher besprochen werden.

Durch Titriren mit Knapp'scher Flüssigkeit vor und nach der Gährung des von Eiweiss befreiten Blutes wurde erhalten:

Vor der Gährung:

0,147% reducirenden Stoffes wie Zucker berechnet.

Nach der Gährung:

0,029% reducirender Substanz wie Zucker berechnet.

Der wirkliche Zuckergehalt war demnach $0,147 - 0,029 = 0,118\%$ Zucker.

Obgleich ich natürlich dieser einen Analyse keinen grossen Werth als Maassstab für den normalen Zuckergehalt des Blutes beilegen darf, so habe ich doch dieselbe mittheilen zu müssen geglaubt, theils als eine Bestätigung des viel bestrittenen Factums, dass das Menschenblut normal Zucker enthalte, theils als einen wenn auch kleinen Beitrag zur Kenntniss des gewöhnlichen Zuckergehaltes in demselben, und insofern hat die Analyse unter allen Umständen einen gewissen Werth, als sie nach einer genaueren Methode als irgend welche frühere ausgeführt ist. Ausserdem kommen ja in unseren Tagen Aderlässe bei gesunden Individuen so selten vor, dass man keine Gelegenheit unbenutzt lassen darf, um das Material zu verworthen.

Die Analyse zeigt ausserdem noch etwas Anderes von Interesse, nämlich, dass das Menschenblut in normalem Zustande ausser dem Zucker noch eine gährungsunfähige reducirende Substanz in minimaler Menge enthält. Da mir der mit absoluter Bestimmtheit gelieferte Nachweis für das Vorkommen einer derartigen Substanz von specieller Wichtigkeit zu

sein schien, und der Einwand möglicherweise geltend gemacht werden könnte, eine so geringe Menge wie die gefundene rühre von Ungenauigkeiten bei der Bestimmung her, so habe ich mit einem kleinen Theile des von Eiweiss und Farbstoff befreiten Blutes folgendes Experiment angestellt:

Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass die Flüssigkeit vor der Gährung eine ausgesprochene Zuckerreaction nach Worm Müller's¹⁾ Verfahren gab, versuchte ich dasselbe mit der nach der Gährung etwas concentrirten Flüssigkeit, aber mit vollkommen negativem Resultate. Wurde jedoch die Reaction derartig angestellt, dass man der ausgegohrenen und concentrirten Flüssigkeit zuerst einen Tropfen verdünnter Kupfersulfatlösung (1 %) zusetzte, dann dieselbe kochte und nach einer 20—25 Secunden langen Abkühlung mit einer gleichfalls gekochten und eben so lange abgekühlten Natronlauge (2 %) ²⁾ versetzte, so erhielt man eine deutliche, wenn auch schwache Reaction, aber keine Ausscheidung von Kupferoxydul. Dass wirklich eine Reduction vor sich gegangen, davon überzeugte ich mich durch Zusatz von Essigsäure und Ferridcyankalium, wobei die Flüssigkeit braunroth gefärbt wurde. So sicher wie überhaupt möglich habe ich somit eine reducirende Substanz, die nicht Traubenzucker ist, unter normalen Verhältnissen im menschlichen Blute nachgewiesen; dass dieselbe unter gewissen Umständen bedeutend zunehmen kann, werde ich später zeigen.

Ueber die chemische Natur dieser reducirenden Substanz darf ich kaum eine Meinung aussprechen, obgleich der Gedanke an Kreatinin wegen der Fähigkeit des erwähnten Stoffes, Kupferoxydul aufzulösen, ziemlich nahe liegt, da das Kreatinin nach Worm Müller's Untersuchungen³⁾ die Eigenschaft hat, Kupferoxyd in alkalischer Flüssigkeit zu reduciren und das gebildete Kupferoxydul in Lösung zu erhalten. Eine Stütze für diese Annahme könnte auch in Voit's⁴⁾ Angabe gefunden werden, die darauf hinausgeht, dass in Ochsenblut 0,108—0,005 %, in Hundeblood 0,03—0,07 % Kreatin vorkommen soll; allerdings fand er kein

1) Dies Archiv Bd. XXVII, 1882, S. 107.

2) Vgl. Worm Müller l. c. S. 86.

3) Dies Archiv Bd. XXVII, 1882, S. 59.

4) Zeitschr. f. Biologie Bd. IV, 1868, S. 93.

Kreatinin, aber vermöge des leichten Ueberganges von Kreatin in Kreatinin kann dieser Umstand als Gegenargument nicht benutzt werden. Auch an Harnsäure könnte man möglicherweise denken, da diese bekanntlich Kupferoxyd gleichfalls reducirt und nach Worm Müller¹⁾ unter gewissen Umständen das gebildete Kupferoxydul in alkalischer Flüssigkeit aufgelöst halten kann. Harnsäure ist auch von Meissner²⁾ nach Fleischfütterung im Hundeblute gefunden worden, aber nur in einer Menge von 0,031 pro Mille. Am wahrscheinlichsten ist es übrigens, dass sich unter diesen Umständen im Blute wie im Harne³⁾ mehrere Stoffe geltend machen; das mag nun sein wie es will, die Hauptsache ist vorläufig, dass im Blute auch andere reducirende Stoffe als Traubenzucker vorkommen, und dass dies der Fall ist, glaube ich nach obenstehender Analyse und den später folgenden Untersuchungen zur Gentüge bewiesen zu haben, ungeachtet dessen, dass früher Cl. Bernard⁴⁾ und in der neueren Zeit Picard⁵⁾ angegeben haben, normales Blut verliere durch mehrstündiges Stehen bei 30° C. mit oder ohne Hefe seine Beductionsfähigkeit vollständig, was übrigens auch den Erfahrungen von Pavy⁶⁾, Cazeneuve⁷⁾ und Seegen⁸⁾ widerspricht. Die Erfahrungen des Ersteren und Letzteren gehen dahin, dass immer eine gewisse Menge reducirender Substanz, die nicht Zucker ist, zurückbleibt, was demnach mit meinen Beobachtungen vollkommen übereinstimmt, und der Zweite hebt hervor, die Reduction des Kupferoxyds sei zum Nachweis von Zucker im Blute nicht genügend, weil die polarimetrische Controlle damit nicht stimmt.

Ich bin so genau auf diese Frage eingegangen, theils aus Interesse für die Sache, theils um ein für alle Mal darauf verweisen zu können, was das Vorkommen reducirender, gährungsunfähiger Stoffe in Kaninchen- und Hundeblut betrifft.

Bezüglich früherer Zuckerbestimmungen im Menschenblute

1) Dies Archiv Bd. XXVII, 1882, S. 22.

2) Zeitschr. f. rat. Medicin. 3. Reihe, Bd. XXXI, S. 148.

3) Vgl. Worm Müller, l. c. S. 90—92.

4) l. c. S. 121.

5) Compt. Rend. T. 88, S. 755.

6) Proceed. of the Royal Society Bd. XXVIII, S. 520.

7) Compt. Rend. T. 88, S. 595 und 864.

8) l. c. S. 393.

liegen verschiedene Angaben vor. Bernard¹⁾ fand beispielsweise im Aderlassblute zweier gesunder Individuen 0,09 und 0,117 ‰. Bock und Hofmann²⁾ 0,04—0,1 ‰, also Zahlen, die mit den meinen durchaus nicht schlecht übereinstimmen. V. Mering³⁾ untersuchte das Blut der Medianvene von zwei normalen und kräftigen jungen Leuten mit dem Resultat, dass das Serum hier resp. 0,130 und 0,145 ‰ Zucker enthielt. Nimmt man an, der Zucker wäre nur im Plasma enthalten (ich werde später auf diese Frage zurückkommen), und dass 100 Theile Blut 36 Theile Blutkuchen (Blutkörperchen und Fibrin) und 64 Theile Serum (Hoppe-Seyler) enthalten, so ist der Zuckergehalt des Gesamtblutes in diesen Fällen resp. 0,0832 und 0,0928 ‰, d. i. nicht so unbedeutend weniger als bei meinen Versuchen; dabei muss aber berücksichtigt werden, dass das angenommene Serumprocent nichts weniger als sicher ist, so dass eine Vergleichung nicht leicht möglich ist. Ausserdem geht aus allen Beobachtungen hervor, dass der Zuckergehalt des Blutes so variirt, dass man noch bei weitem keine Norm aufzustellen berechtigt ist, und dies um so weniger, als die Untersuchungsmethoden bis jetzt an verschiedenen Mängeln litten. Ich wiederhole daher, dass ich meine Analyse nur als einen unbedeutenden Beitrag zur Kenntniss des normalen Zuckergehaltes im Menschenblute betrachte, eine Kenntniss, die als eines der wichtigeren Probleme der Physiologie angesehen werden muss, besonders seitdem Bernard die Behauptung aufgestellt hat, dass wahre Glykosurie (Diabetes mellitus) in der Relation zu dem Zuckergehalte des Blutes stehe, dass sie entsteht, sobald dieser 0,3 ‰ übersteigt.

Nachdem ich mich von der Anwesenheit des Zuckers im Blute überzeugt hatte, schien es mir zunächst am meisten geboten, den eventuellen Unterschied zwischen dem Zuckergehalt des arteriellen und venösen Blutes der verschiedenen Gefässprovinzen zu studiren. In der Absicht habe ich bei Hunden den Zuckergehalt des Blutes in Art. und Ven. cruralis, bei Kaninchen denselben in Art. carotis und Ven. jugularis bestimmt. Beide Gefässe wurden auf die gewöhnliche Weise herauspräparirt und der

1) l. c. S. 121.

2) Experimentalstudien über Diabetes, Berlin 1874.

3) l. c. S. 380.

Aderlass wurde unter denselben Bedingungen und gleichzeitig vorgenommen, um die möglichen Folgen des Blutverlustes aus der einen für die andere zu eliminiren. Uebrigens war dieser so gering (20 ccm von jeder), dass er kaum irgend einen Einfluss ausüben konnte. Die Resultate der Versuche folgen in den nachstehenden Tabellen. Bezüglich der Bezeichnungen in diesen ist zu bemerken, dass die erste Rubrik die gesammte Menge reduciren-der Substanz vor der Gährung, als Zucker berechnet, in Procenten angiebt, die zweite Rubrik den Gehalt an reducirender Substanz nach der Gährung und die dritte Rubrik den wirklichen Zucker-gehalt, gleich der Differenz der Werthe in der ersten und zweiten Rubrik.

Männliche Hunde.

No.	Art. crur.			Vena crur.		
	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Zucker-gehalt.	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Zucker-gehalt.
1	0,205 ‰	0,058 ‰	0,147 ‰	0,196 ‰	0,072 ‰	0,124 ‰
2	0,157 "	0,031 "	0,126 "	0,149 "	0,029 "	0,120 "
3	0,186 "	0,049 "	0,137 "	0,198 "	0,069 "	0,129 "
4	0,160 "	0,028 "	0,132 "	0,156 "	0,046 "	0,110 "
5	0,152 "	0,027 "	0,125 "	0,148 "	0,033 "	0,115 "
6	0,132 "	0,016 "	0,116 "	0,138 "	0,037 "	0,101 "
7	0,131 "	0,021 "	0,110 "	0,136 "	0,031 "	0,105 "
8	0,141 "	0,023 "	0,118 "	0,146 "	0,038 "	0,108 "
9	0,138 "	0,020 "	0,118 "	0,146 "	0,046 "	0,100 "
10	0,127 "	0,017 "	0,110 "	0,135 "	0,018 "	0,117 "

Weibliche Hunde.

No.	Art. crur.			Vena crur.		
	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Zucker-gehalt.	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Zucker-gehalt.
1	0,158 ‰	0,027 ‰	0,131 ‰	0,153 ‰	0,036 ‰	0,117 ‰
2	0,149 "	0,023 "	0,126 "	0,142 "	0,032 "	0,110 "
3	0,132 "	0,022 "	0,110 "	0,128 "	0,026 "	0,102 "
4	0,128 "	0,016 "	0,112 "	0,126 "	0,024 "	0,102 "

Die Tabellen zeigen, dass der Zuckergehalt bei 14 verschiedenen Hunden sowohl in der Arteria wie in der Vena cruralis bei meinen Versuchen ziemlich constant war. Die reducirende, gährungsunfähige Substanz scheint verhältnissmässig grösseren Va-

riationen ausgesetzt zu sein; denn während der Unterschied zwischen dem Maximal- und Minimalwerth für den wirklichen Zuckergehalt 0,037 % beträgt, so ist diese Differenz bei der gesammten reducirenden Substanz 0,078 %, ein Verhältniss, das nur der nach der Gährung zurückbleibenden reducirenden Substanz zugeschrieben werden kann. Aus den Tabellen scheint ebenfalls hervorzugehen, dass der Geschlechtsunterschied keinen wesentlichen Einfluss auf den Zuckergehalt ausübt, indem dieser bei männlichen wie weiblichen Hunden ungefähr gleich gross ist, aber im Uebrigen ist das Material zu klein, um daraus in dieser Beziehung definitive Schlüsse ziehen zu können. Ein anderer Umstand macht sich dagegen auffällig geltend, der nämlich, dass das Arterienblut bis auf eine einzige Ausnahme (No. 10, Tab. S. 476) an Zucker constant reicher ist als das Cruralvenenblut, während der Gesamtgehalt an reducirender Substanz vor der Gährung keine merkbaren Unterschiede in der Arterie und Vene zeigt. Allerdings ist der Unterschied so klein, dass ein bestimmter Schluss daraus dreist zu sein scheint, wenn man aber die Genauigkeit der Methode und die sonderbare Uebereinstimmung fast aller Versuche berücksichtigt, so muss doch zugegeben werden, dass dieser constante Unterschied Versuchsfehlern oder Zufälligkeiten kaum zugeschrieben werden kann. Schon Cl. Bernard¹⁾ hat darauf aufmerksam gemacht, dass ein derartiger Unterschied zwischen Arterien- und Venenblut stattfinden soll, aber spätere Forscher, wie z. B. Pavy²⁾, Abeles³⁾ und v. Mering⁴⁾ haben dies zu widerlegen gesucht, und insofern haben sie Recht gehabt, als die Menge der gesammten reducirenden Substanz, die sie nur berücksichtigt haben, nach dem Vorstehenden keinen Unterschied im Arterien- und Venenblute zeigt, während wie gesagt ein wenn auch geringer solcher, was den wirklichen Zuckergehalt betrifft, mit ziemlich grosser Bestimmtheit aus meinen Versuchen hervorgeht. Uebrigens stehen meine Beobachtungen, was den Zuckergehalt des Hundebutes im Allgemeinen betrifft (ohne Rücksicht auf arterielles und venöses Blut) eigentlich in keinem Widerspruche mit den

1) l. c. S. 128.

2) l. c. S. 631.

3) l. c. 3. Heft.

4) l. c. S. 389.

älteren Angaben darüber, indem beispielsweise Bernard, Pavy und Abeles von 0,067—0,151 % Zucker im Hundeblut, v. Mering 0,115—0,212 % im Hundeblut und Bleile bei seinen neuesten Untersuchungen über diesen Gegenstand 0,052—0,108 % im Blut gefunden haben.

Bei Kaninchen scheint der normale Zuckergehalt constant etwas geringer als beim Menschen und bei den Hunden zu sein, vgl. die folgende Versuchsreihe mit Blut aus der Arteria carotis und Vena jugularis. Die Bezeichnungen sind dieselben wie früher:

Männliche Kaninchen.

No.	Art. carotis			Vena jugularis		
	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Zucker-gehalt.	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Zucker-gehalt.
1	0,123 %	0,025 %	0,098 %	0,127 %	0,036 %	0,091 %
2	0,106 "	0,017 "	0,089 "	0,112 "	0,030 "	0,082 "
3	0,137 "	0,031 "	0,106 "	0,128 "	0,038 "	0,090 "
4	0,109 "	0,018 "	0,091 "	0,106 "	0,026 "	0,080 "
5	0,118 "	0,020 "	0,098 "	0,111 "	0,028 "	0,083 "

Weibliche Kaninchen.

No.	Art. carotis			Vena jugularis		
	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Zucker-gehalt.	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Zucker-gehalt.
1	0,130 %	0,023 %	0,107 %	0,124 %	0,033 %	0,091 %
2	0,117 "	0,020 "	0,097 "	0,120 "	0,031 "	0,089 "
3	0,106 "	0,018 "	0,088 "	0,109 "	0,026 "	0,083 "
4	0,132 "	0,030 "	0,102 "	0,122 "	0,032 "	0,090 "
5	0,127 "	0,024 "	0,103 "	0,121 "	0,026 "	0,095 "

Wie ersichtlich, war das Arterienblut constant reicher an Zucker als das Blut von Vena jugularis und überhaupt stimmt die Versuchsreihe bezüglich der Kaninchen ganz gut mit den beim Hundeblut erhaltenen Resultaten, nur mit dem Unterschied, dass der Zuckergehalt bei den untersuchten Kaninchen niedriger als bei den Hunden war. Cl. Bernard hat angegeben, dass in dieser Beziehung kein Unterschied zwischen Fleisch- und Pflanzenfressern vorkommen soll, wogegen man es nach Bock und Hoff-

mann¹⁾, welche für den Zuckergehalt bei Kaninchen Zahlen fanden, die mit den meinen gut übereinstimmen, als sicher ansehen muss, dass Kaninchenblut weniger Zucker als Hundeblood enthält. Da soweit mir bekannt, keine anderen als die erwähnten Angaben über den normalen Zuckergehalt des Blutes in der Literatur vorliegen, so verlasse ich hiermit diese Frage.

Bevor ich jedoch zu dem nächsten Abschnitt übergehe, will ich in Kürze auf das Problem eingehen, ob der Blutzucker in den Blutkörperchen oder im Plasma oder in Beiden enthalten ist. Es ist allerdings die gewöhnliche Annahme, der Zucker im Blut gehöre dem Plasma an, aber nach den neuesten Untersuchungen von Bleile²⁾ kann dies durchaus nicht als erledigt angesehen werden, indem er als Resultat seiner Untersuchungen in dieser Richtung anführt (l. c. S. 66): „In dem Blute scheint der Regel nach der Zucker nur dem Serum eigen zu sein, doch mag es auch vorkommen, dass ein kleiner Antheil des Zuckers auch in den Körperchen enthalten ist.“ Es fehlt indessen eine exacte Methode zur Erledigung dieser Frage, so dass es hier schwer fällt, zu einem Resultate zu gelangen. Bleile, welcher sich, wie erwähnt, mit dieser Frage beschäftigt hat, nahm, um darin Klarheit zu gewinnen, eine Reihe vergleichender Bestimmungen in dem Gesamtblut und Serum vor, dann bestimmte er das Serumprocent durch Centrifugiren des Blutes, Auswaschen des Blutkuchens mit 2,5%-iger Chlornatriumlösung und Berechnung des Serumgehaltes nach Hoppe-Seyler's Methode. Durch Vergleichung der so gefundenen Serummenge mit der, die man durch Berechnung derselben aus den in dem Gesamtblut und Serum gefundenen Zuckergehalten unter der Voraussetzung erhalten hatte, dass der Zucker nur im Serum und nicht in den Blutkörperchen vorkam, musste er zu einem Resultate kommen, indem die nach beiden Methoden erhaltenen Serumprocente gleich gross sein sollten, wenn die Voraussetzung richtig war. Seine Schlüsse sind, wie oben bemerkt, ziemlich unsicher und Anderes ist auch nicht zu erwarten, da, wie bekannt, das Auswaschen der Blutkörperchen mit Chlornatriumlösung nicht ohne Mängel ist.

Um der Entscheidung etwas näher zu kommen, habe ich einen

1) l. c.

2) l. c. S. 63—66.

anderen Weg eingeschlagen, welcher jedoch den Uebelstand hat, dass er sich nur bei dem langsam coagulirenden Pferdeblut anwenden lässt, so dass sich das Resultat nur direct darauf beziehen lässt und nur unter der — übrigens höchst wahrscheinlichen — Voraussetzung auch für andere Blutsorten verwendbar ist, dass sich hier die Blutkörperchen auf gleiche Weise verhalten wie beim Pferdeblut. Leider habe ich nur Material für zwei Versuche aufreiben können, aber diese haben so gute Resultate ergeben, dass ich kein Bedenken hege, daraus sichere Schlüsse zu ziehen in erster Instanz in Bezug auf Pferdeblut und unter der erwähnten Voraussetzung auch auf das Blut der übrigen Säugethiere.

Das Princip meiner Untersuchungen ist folgendes:

Nach Hoppe-Seyler¹⁾ kann der Gehalt an Plasma und feuchten Blutkörperchen²⁾ im Pferdeblute durch eine Fibrinbestimmung festgestellt werden, die in dem Gesamtblut und in dem blutkörperchenfreien Plasma vorgenommen wird, nach der Proportion:

$$100 \text{ Theile Plasma} : f = x \text{ Theile Plasma} : F$$

$$x \text{ Plasma} = \frac{100 \text{ Plasma} \cdot F}{f}$$

wo f den Fibringehalt in 100 Theilen Plasma und F denselben in 100 Theilen des Gesamtblutes bedeutet. Die Menge der feuchten Blutkörperchen findet man dann natürlich durch Subtraction des Plasmagehalts von 100.

Es ist einleuchtend, dass man statt des Fibringehaltes im Plasma und dem Gesamtblute irgend welche andere Substanz, die nur im Plasma vorkommt, bei dieser Berechnung verwenden kann, und darauf habe ich meine Versuche basirt, bei denen ich auf folgende Weise verfuhr:

Das den Adern direct entströmende Pferdeblut wurde in drei Portionen gesammelt; die erste in einem hohen, schmalen Cylinderglas, das von Eis umgeben war, die zweite direct in Alkohol wie bei der Zuckerbestimmung beschrieben, und die dritte in einem gewöhnlichen Fibrinbestimmungsapparat. Als sich die Blutkörperchen in der ersten Portion nach Verlauf einiger Minuten genügend

1) Virchow's Arch. f. pathol. Anat. etc. Bd. XII, S. 483.

2) Die Methode ist nur bei Pferdeblut anwendbar, weil nur dieses so langsam coagulirt, dass die Blutkörperchen Zeit erhalten, sich soweit zu senken, dass man etwas Plasma abpipettiren kann, ehe die Coagulation eintritt.

gesenkt hatten, wurden zwei Portionen von dem vollkommen klaren Plasma abpipettirt, von welchen die eine zu einer Fibrin-, die andere zu einer Zuckerbestimmung benutzt wurde.

Auf diese Weise erreichte ich :

1) eine Bestimmung der Fibrin- und Zuckermenge in dem Gesammtblut und

2) dasselbe im Plasma.

Ich hatte somit nach vollendeter Analyse alle Daten für die Berechnung der Menge von Plasma und der feuchten Blutkörperchen nach Hoppe-Seyler's Methode und ausserdem den Zuckergehalt in dem Gesammtblut wie im Plasma. Geht man davon aus, dass der Zucker nur im Plasma und nicht in den Blutkörperchen vorkommt und berechnet dann auf die oben genannte Weise die Menge der feuchten Blutkörperchen und Plasmas aus dem Zuckergehalt nach der Formel :

$$x \text{ Theile Plasma} = \frac{100 \text{ Theile Plasma} \cdot S}{s},$$

wo S und s den Zuckergehalt in 100 Theilen Blut resp. Plasma, bedeutet, so muss, wenn die Voraussetzung richtig ist, die nach Hoppe-Seyler's Methode gefundene Menge Blutkörperchen und Plasma der auf obenstehende Weise aus dem Zuckergehalt berechneten Menge gleich sein. Ist die Voraussetzung unrichtig, so wird sich das in dem Resultate zeigen, indem die beiden Methoden dann verschiedene Werthe für die Blutkörperchen- und Plasmamenge geben werden.

Die bei zwei Versuchen gefundenen Daten folgen in nachstehender Tabelle :

No.	Gesammtblut		Plasma	
	Fibrin- gehalt.	Zucker- gehalt.	Fibrin- gehalt.	Zucker- gehalt.
1	0,205 ‰	0,116 ‰	0,317 ‰	0,182 ‰
2	0,311 „	0,123 „	0,458 „	0,181 „

Berechnet man nach den in der Tabelle enthaltenen Werthen auf die erwähnte Weise die Menge der feuchten Blutkörperchen und das Plasma, so erhält man :

1) Nach Hoppe-Seyler's Methode:

64,65 % Plasma, 35,35 % Blutkörperchen.

Nach den Zuckerbestimmungen:

64,29 % Plasma, 35,71 % Blutkörperchen.

2) Nach Hoppe-Seyler's Methode:

67,88 % Plasma, 32,12 % Blutkörperchen.

Nach den Zuckerbestimmungen:

67,96 % Plasma, 32,04 % Blutkörperchen.

Die Uebereinstimmung ist hier so schlagend, dass kaum ein Zweifel darüber aufkommen kann, dass der Zucker wenigstens im Pferdeblut nur im Plasma vorkommt, und ein Schluss dahin, dasselbe sei bezüglich der übrigen warmblütigen Thiere auch der Fall, liegt so nahe, dass ein näherer Hinweis in dieser Richtung kaum nothwendig erscheinen dürfte.

Was die gährungsunfähige Substanz betrifft, die im Blute vorkommt und ihren Einfluss bei den Zuckerbestimmungen geltend macht, so scheint auch diese nur im Plasma vorzukommen. Vergl. die folgende Tabelle, woraus ersichtlich ist, dass ihre Menge im Plasma immer grösser als im Gesamtblute ist.

No.	Gesamtblut		Plasma	
	Reduciren- der Stoff vor d. Gährung.	Reduciren- der Stoff nach d. Gährung.	Reduciren- der Stoff vor d. Gährung.	Reduciren- der Stoff nach d. Gährung.
1	0,137 %	0,021 %	0,218 %	0,036 %
2	0,156 „	0,033 „	0,226 „	0,045 „

Ich habe früher S. 472—474 reducirende Stoffe erwähnt, die nach Pflüger im Blute und nach Affanasiew in den Blutkörperchen vorkommen sollen; dieselben müssen als so leicht oxydirbar angesehen werden, dass sie sich augenblicklich oxydiren, sobald das Blut mit der Luft in Berührung kommt, und können sich demnach bei den Zuckerbestimmungen nicht geltend machen.

Nachdem ich im Vorhergehenden das Resultat meiner Untersuchungen über das Verhalten des Blutzuckers unter normalen Umständen mitgetheilt habe, will ich jetzt dazu übergehen, denjenigen Einfluss zu beobachten, welchen einzelne Momente auf den Zuckergehalt ausüben können.

Wie früher erwähnt, habe ich ein einziges Mal Gelegenheit gehabt, Menschenblut auf den Zuckergehalt zu untersuchen (vergl. S. 472) und da das betreffende Individuum einem verhältnissmässig bedeutenden Aderlasse unterworfen wurde, so benutzte ich die Gelegenheit, um den Einfluss des Blutverlustes auf den Zuckergehalt zu studiren. Zu dem Zwecke wurde derselbe in den zuerst und zuletzt entströmenden 20 ccm Blut mit folgendem Resultate bestimmt:

	Vor dem Aderlass.	Nach dem Aderlass.
Reducirender Stoff vor der Gährung	0,147 ‰	0,168 ‰
Reducirender Stoff nach der Gährung	0,029 „	0,047 „
Wirklicher Zuckergehalt	0,118 „	0,121 „

Der Aderlass gab 425 gr Blut = 0,5 ‰ des Körpergewichtes = 6,15 ‰ der gesammten Blutmenge, wenn diese mit $\frac{1}{13}$ des Körpergewichtes angenommen wird.

Bei diesem Versuche war also der Zuckergehalt vor und nach dem Aderlass unverändert, während dagegen der Gehalt an gährungsunfähiger reducirender Substanz etwas nach dem Blutverluste zugenommen hatte.

Da dieses Resultat mit früheren Erfahrungen im Widerspruch steht, habe ich die Sache bei Hunden und Kaninchen genauer untersucht und verschiebe daher eine eingehendere Diskussion bis nach der Mittheilung des Resultates dieser Untersuchungen.

Nur bezüglich des Menschenblutes möchte ich darauf aufmerksam machen, dass der Gehalt an reducirender Substanz nach Verlauf von 7 Tagen auf das Ursprüngliche zurückgekehrt war, indem dann die Zuckerbestimmung in 30 gr Aderlassblut gab:

Reducirende Substanz vor der Gährung 0,150 ‰

„ „ nach „ „ 0,031 „

Wirklicher Zuckergehalt 0,119 „

Von Hunden habe ich auf das Verhalten des Blutzuckers zwei untersucht (No. 2 und 7 in der Tabelle auf S. 476). Beide waren ungefähr 14 Tage hindurch vor den Versuchen unter Beobachtung gehalten, und die Nahrung bestand in dieser Periode sowie nach dem Aderlass in 500 gr Fleisch pro Tag und Trinken nach Belieben. Die Observationen wurden vorgenommen, nachdem die Thiere 24 Stunden gehungert hatten, und das Blut wurde wie bei

meinen übrigen Versuchen an Hunden gleichzeitig der Art. und Ven. cruralis entnommen:

Hund No. 2.

Körpergewicht vor dem Aderlass	11650 gr
„ nach „ „	11480 „
Grösse des Aderlasses aus der Art. crur.	80 gr
„ „ „ „ „ Ven. crur.	80 „
Grösse des Aderlasses in Procenten vom Körpergewicht	1,36 ⁰ / ₁₀
„ „ „ „ „ von der Blutmenge (= ¹ / ₁₃ des Körpergewichtes)	17,9 „

Hund No. 7.

Körpergewicht vor dem Aderlass	9210 gr
„ nach „ „	9060 „
Grösse des Aderlasses aus der Art. crur.	70 gr
„ „ „ „ „ Ven. crur.	70 „
Grösse des Aderlasses in Procenten vom Körpergewicht	1,41 ⁰ / ₁₀
„ „ „ „ „ von der Blutmenge (= ¹ / ₁₃ des Körpergewichtes)	19,8 „

Die übrigen Daten sind in der folgenden Tabelle mitgetheilt. Es sei bemerkt, dass sich sämtliche Zahlen nach dem Aderlass auf $\frac{1}{2}$ Stunde nach demselben beziehen.

No.		Vor dem Aderlass		Nach dem Aderlass	
		Art. crur.	Ven. crur.	Art. crur.	Ven. crur.
2	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,157 ‰	0,149 ‰	0,176 ‰	0,172 ‰
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,031 „	0,029 „	0,054 „	0,058 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,126 „	0,120 „	0,122 „	0,114 „
7	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,131 ‰	0,136 ‰	0,155 ‰	0,160 ‰
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,021 „	0,033 „	0,044 „	0,053 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,110 „	0,103 „	0,111 „	0,107 „

Das Resultat dieser beiden Versuche stimmt wie ersichtlich vollständig mit dem früher bei Menschenblut gefundenen, indem der Gehalt des Blutes an Zucker vor und nach dem Aderlass ungefähr derselbe war, während die gährungsunfähige reducirende

Substanz in einem verhältnissmässig bedeutenden Grade zugenommen hatte.

Um zu untersuchen, ob eine Wiederholung des Aderlasses, nachdem das Blut regenerirt war, irgend welchen Einfluss auf die beschriebenen Verhältnisse haben könnte, zapfte ich beim Hunde No. 2 am 13. Tage nach dem ersten Aderlass wieder 80 gr Blut aus der Art. crur. und 80 gr aus der Ven. crur., jedoch ohne dass sich irgend eine merkbare Abweichung von dem Gewöhnlichen geltend machte. Vergl. die folgende Tabelle.

	Vor dem 2. Aderlass		Nach d. 2. Aderlass	
	Art. crur.	Ven. crur.	Art. crur.	Ven. crur.
Reducirender Stoff vor der Gährung	0,160 ‰	0,158 ‰	0,182 ‰	0,178 ‰
Reducirender Stoff nach der Gährung	0,034 „	0,039 „	0,058 „	0,069 „
Wirklicher Zuckergehalt	0,126 „	0,119 „	0,124 „	0,119 „

Bezüglich des Verhaltens des Blutzuckers beim Aderlass scheint somit eine Wiederholung des Blutverlustes keine andere Veränderung als gewöhnlich zu bewirken.

Behufs weiterer Bestätigung der beim Menschen und Hunde erhaltenen Resultate habe ich das Verhalten des Blutzuckers bei Aderlässen auch bei 3 Kaninchen untersucht. Der einzige Unterschied zwischen diesen und den vorhergehenden Versuchen liegt darin, dass die Aderlässe hier aus der Art. carotis und Ven. jugularis geschehen, sowie dass der Blutverlust hier im Verhältniss zum Körpergewicht und der Gesamtblutmenge grösser als bei Hunden sein musste, um genügendes Material für die Untersuchung zu erhalten.

Schliesslich wird bemerkt, dass die benutzten Versuchsthiere, die Kaninchen No. 1, 2 und 3 der in der Tabelle auf S. 478 genannten männliche Kaninchen sind.

Kaninchen No. 1.

Körpergewicht vor dem Aderlass	3125 gr
„ nach „ „	3075 „
Grösse des Aderlasses aus der Art. carotis 25 gr	
„ „ „ „ Ven. jugul. 25 „	50 „
Grösse des Aderlasses in Procenten vom Körpergewicht	1,6 ‰
„ „ „ „ „ von der Blutmenge (= $\frac{1}{15}$ des Gewichtes)	24 „

Kaninchen No. 2.

Körpergewicht vor dem Aderlass	2870 gr
„ nach „ „	2815 „
Grösse des Aderlasses aus der Art. carotis 22 gr	
„ „ „ „ „ Ven. jugul. 22 „	44 „
Grösse des Aderlasses in Procenten vom Körpergewicht	1,54 0/0
„ „ „ „ „ von der Blutmenge ($= \frac{1}{15}$ des Gewichtes)	ca. 23 „

Kaninchen No. 3.

Körpergewicht vor dem Aderlass	3010 gr
„ nach „ „	2955 „
Grösse des Aderlasses aus der Art. carotis 24 gr	
„ „ „ „ „ Ven. jugul. 24 „	48 „
Grösse des Aderlasses in Procenten vom Körpergewicht	1,56 0/0
„ „ „ „ „ von der Blutmenge ($= \frac{1}{15}$ des Gewichtes)	23 „

Die übrigen Daten für die 3 Versuche folgen in der nachstehenden Tabelle:

No.		Vor dem Aderlass		Nach dem Aderlass	
		Art. carot.	Ven. jugul.	Art. carot.	Ven. jugul.
1	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,118 0/0	0,121 0/0	0,131 0/0	0,132 0/0
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,023 „	0,034 „	0,032 „	0,039 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,095 „	0,087 „	0,099 „	0,093 „
2	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,128 0/0	0,124 0/0	0,143 0/0	0,147 0/0
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,031 „	0,039 „	0,044 „	0,049 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,097 „	0,085 „	0,099 „	0,098 „
3	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,109 0/0	0,114 0/0	0,121 0/0	0,117 0/0
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,018 „	0,032 „	0,026 „	0,028 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,091 „	0,082 „	0,095 „	0,089 „

Auch diese Versuche stehen, wie man sieht, in dem besten Einklang mit den vorhergehenden, weshalb ich jetzt ohne Weiteres dazu übergehe, die erhaltenen Resultate im Zusammenhang etwas genauer zu betrachten.

Betreffs des Zuckergehaltes im Blute nach Aderlüssen gehen die Beobachtungen der meisten Forscher darauf hinaus, derselbe hätte zugenommen. Cl. Bernard ¹⁾ fand beispielsweise eine Vermehrung des Zuckergehaltes, wenn das Blut bei einem Aderlass langsam herausfließt, wogegen ein rasches Entströmen keine Veränderung hervorruft. v. Mering ²⁾ constatirte bei raschem Entströmen eine Zunahme, hebt dieselbe aber ausdrücklich (l. c. S. 383) als „eine nicht immer wiederkehrende Erscheinung“ hervor. Ich habe, wie aus meinen Versuchsreihen hervorgeht, immer gefunden, dass der Zuckergehalt im Ganzen fast immer constant ist; aber meine Versuche enthalten zugleich den Schlüssel zu den abweichenden Resultaten der Anderen, indem diese insofern als richtig angesehen werden müssen, als der Gesamtgehalt des Blutes an reducirender Substanz beim Aderlass zunimmt, aber diese Zunahme verdankt man meinen Erfahrungen nach nicht dem Zucker, sondern einem Zuwachs der gährungsunfähigen reducirenden Substanz, die immer im Blute neben dem Zucker enthalten zu sein scheint ³⁾. Wie jedoch das Ganze zufriedenstellend erklärt werden soll, will ich dahingestellt sein lassen; denn so lange die chemische Natur des betreffenden reducirenden Stoffes nicht näher bekannt ist, ist wohl jeder Versuch einer Erklärung fruchtlos.

Ich habe früher gezeigt (vergl. S. 476 u. 478), dass arterielles Blut an Zucker constant etwas reicher ist als venöses. Wie man aus der Versuchsreihe ersehen kann, nimmt dieser Unterschied nach einem Aderlass in einem so auffallenden Grade ab, dass vorauszusehen ist, die ganze Differenz würde bei einem grösseren Blutverluste gleich Null sein. Dieses Verhältniss lässt sich jedoch ziemlich leicht erklären, wenn man berücksichtigt, dass die Blutmenge nach einem Aderlass durch Aufsaugen von Flüssigkeit durch die Capillaren rasch regenerirt wird. Diese Aufsaugung verdünnt selbstverständlich das

1) Cl. Bernard, Vorlesungen über Diabetes, übersetzt von Posener.

2) Arch. f. Anatomie und Physiologie, Physiol. Abth. 1877, S. 379—416.

3) In ähnlicher Richtung erscheint auch eine Beobachtung von Worm Müller (nicht publicirt) zu gehen, dass sich zuweilen bei (perniciöser?) Anämie eine besondere nicht gährungsfähige reducirende Substanz im Harn findet, die dann wahrscheinlich aus dem Blute stammt.

Venenblut stärker als das Arterienblut, und wenn nun die aufgenommene Flüssigkeit zuckerreicher als das Blut ist — was nach v. Mering mehr als wahrscheinlich ist — so ist hiermit die Erklärung für das Phänomen gegeben.

Ich habe in dem Vorhergehenden nicht mitgetheilt, ob die Thiere bei den Versuchen betäubt waren oder nicht. Wie bekannt, ist es bei Untersuchung des aus der Ader direct strömenden Blutes am bequemsten, die Versuchsindividuen durch Anästhetika zu beruhigen, weil ihr Widerstand sonst Störungen sowohl in dem Versuche wie in den Resultaten hervorbringen kann. Es wird jedoch gewöhnlich als unzulässig angesehen, die Thiere bei Versuchen über den Zuckergehalt im Blute oder Harne zu narkotisiren, und alle meine Untersuchungen wurden demnach ohne Anwendung von Anästhetika vorgenommen. Da es mir jedoch von speciellem Interesse schien, den Einfluss der narkotischen Mittel auf das Blut zu untersuchen, so habe ich bei 3 Hunden (den in der Tabelle auf S. 476 genannten No. 9, No. 5 und No. 3) den Zuckergehalt des Blutes während der Morphin-, Chloral- und Chloroformnarkose bestimmt. Das Morphin wurde als subcutane Injection einer 2,5 procentigen salzsauren Morphinlösung bis zur vollständigen Betäubung des Hundes (ca. 2 ccm) angewandt, die Betäubung durch Chloral geschah durch Eingabe von 5—6 gr Chloralhydrat mit Fleisch vermischt (ich wählte lieber diese Form als Injection in eine Vene, da eine solche nach Feltz und Ritter¹⁾ auf das Blut bedeutend destruierend zu wirken scheint), und die Chloroformnarkose wurde durch Inhalation von Chloroform auf gewöhnliche Weise hervorgebracht. Die Versuchsergebnisse zeigt die folgende Tabelle p. 489.

Bei der Morphinumnarkose schien der Zuckergehalt ein ganz klein wenig vermehrt zu sein, was auch, aber in stärkerem Grade mit der gährungsunfähigen Substanz der Fall ist, so dass der Gesamtgehalt des Blutes an reducirendem Stoff ziemlich viel grösser als ursprünglich war.

1) Maly's Jahresbericht über die Fortschritte der Thierchemie, 1874, S. 127.

No.		Nicht betäubt		Morphiumnarkose		Chloralnarkose		Chloroformnarkose	
		Art. crur.	Ven. crur.	Art. crur.	Ven. crur.	Art. crur.	Ven. crur.	Art. crur.	Ven. crur.
9	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,138 ‰	0,146 ‰	0,163 ‰	0,178 ‰	—	—	—	—
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,020 ‰	0,046 ‰	0,036 ‰	0,059 ‰	—	—	—	—
	Wirklicher Zuckergehalt	0,118 ‰	0,100 ‰	0,127 ‰	0,119 ‰	—	—	—	—
5	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,152 ‰	0,148 ‰	—	—	0,169 ‰	0,168 ‰	—	—
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,027 ‰	0,033 ‰	—	—	0,040 ‰	0,051 ‰	—	—
	Wirklicher Zuckergehalt	0,125 ‰	0,115 ‰	—	—	0,129 ‰	0,117 ‰	—	—
3	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,186 ‰	0,198 ‰	—	—	—	—	0,223 ‰	0,230 ‰
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,049 ‰	0,069 ‰	—	—	—	—	0,068 ‰	0,081 ‰
	Wirklicher Zuckergehalt	0,137 ‰	0,129 ‰	—	—	—	—	0,155 ‰	0,149 ‰

Bei der Chloralnarkose stellte sich dagegen die Sache insofern anders, als der wirkliche Zuckergehalt hier entschieden nicht vermehrt war, während der Gesamtgehalt an reducirender Substanz bedeutend zugenommen hatte, was auf einen bedeutenden Zuwachs der gährungsfähigen reducirenden Substanz beruhe.

Die Chloroformnarkose schien bezüglich des Zuckergehaltes das Blut ungefähr auf dieselbe Weise — wenn auch in etwas stärkerem Grade — zu beeinflussen wie die Morphinumnarkose.

Aus allen drei Versuchen geht unter allen Umständen zur Evidenz hervor, dass man bei Untersuchungen des Zuckergehaltes im Blute die Thiere nicht mit Morphin, Chloral oder Chloroform betäuben kann.

Es ist schon von früher her bekannt, dass einzelne anästhetische Mittel eine Ausscheidung von Zucker oder anderen reducirenden Stoffen im Harn bewirken, was eine erkennbare Veränderung des Blutes rücksichtlich seines Zuckergehaltes von vornherein wahrscheinlich machte. Cl. Bernard¹⁾ fand beispielsweise, dass eine Vergiftung mit Curare vorübergehende Diabetes mit wirklicher Zuckerausscheidung erzeugt. Lewinstein²⁾ hat dasselbe bezüglich Morphin und Chloral³⁾ nachzuweisen geglaubt, wiewohl man es nicht als entschieden ansehen kann, dass die von ihm unter diesen Umständen gefundene Substanz Zucker ist, ja was das Chloral betrifft, so haben Musculus und v. Mering⁴⁾, sowie F. Eckhard⁵⁾ mit Bestimmtheit nachgewiesen, dass bei der Chloralnarkose kein Zucker, sondern nur eine eigene gepaarte Glykuronsäure, Urochloralsäure, die zum grossen Theil mit diesem gemeinschaftliche Eigenschaften hat, im Harn vorkommt.

Meine eigenen Versuche stimmen nach dem früher Gesagten nicht ganz mit Lewinstein überein, indem ich bloss bei der Morphin-, nicht bei der Chloralnarkose den wirklichen Zuckergehalt im Blute vermehrt gefunden habe. Der Gehalt an gährungsunfähiger Substanz hatte dagegen bedeutend zugenommen, und dies

1) Bernard, *Leçon sur la physiologie experimentale*, Paris 1855, S. 355.

2) *Berliner klinische Wochenschrift* 1876, S. 387.

3) Vgl. auch Bouchut *Compt. Rend.* 69, 1869, S. 966—968 und A. Tomasiewicz, *Dies Archiv* Bd. IX, 1874, S. 39.

4) *Ber. d. deutsch. chem. Ges. zu Berlin*, 1875, S. 662.

5) *Archiv f. exp. Pathol. u. Pharmacol.* Bd. XII, 1880, S. 278.

verdankt man wahrscheinlich der Urochloralsäure. Was dagegen das Morphin betrifft, so wird dadurch der wirkliche Zuckergehalt des Blutes vermehrt, was auch mit C. Eckhard¹⁾ übereinstimmt, welcher fand, Morphin erzeuge wirkliche Glukorie. Nach Pavy²⁾, welcher übrigens angiebt, alle Anästhetika vermehren den Zuckergehalt des Blutes, soll Chloroform auch Zuckerausscheidung im Harne bewirken, was nach meinen Versuchen insofern wahrscheinlich ist, als der Zuckergehalt des Blutes bei der Chloroformnarkose vermehrt war.

Unter den physiologischen Verhältnissen, welche auf das Blut einen wesentlichen Einfluss ausüben, spielt wie bekannt das Alter eine hervorragende Rolle. Dies ist speciell bei neugeborenen Individuen auffallend; und es lag deshalb nahe, zu untersuchen, ob irgend ein Unterschied zwischen dem Blute der Mutter und des Kindes in Bezug auf den Zuckergehalt existirt. Leider habe ich nur ein einziges Mal dieses Verhältniss zu untersuchen Gelegenheit gehabt, nämlich bei einem Hundeweibchen und seinem neugeborenen Jungen. Da, soweit mir bekannt, keine Angaben in dieser Richtung in der Literatur vorliegen, so will ich nicht unterlassen, das Resultat des Versuches in der nachstehenden Tabelle mitzutheilen, obgleich dasselbe kein besonderes Interesse darbietet.

	Die Mutter		Das Junge	
	Art. crur.	Ven. crur.	Art. crur.	Ven. crur.
Reducirender Stoff vor der Gährung	0,141 ‰	0,148 ‰	0,132 ‰	0,140 ‰
Reducirender Stoff nach der Gährung	0,027 „	0,047 „	0,023 „	0,035 „
Wirklicher Zuckergehalt	0,114 „	0,101 „	0,109 „	0,105 „

Nach dem obenstehenden Versuche könnte es aber scheinen, als ob das Blut des Kindes unmittelbar nach der Geburt etwas

1) C. Eckhard, Beiträge zur Anatomie und Physiologie, VIII, 1879, S. 77—99.

2) Proceed. of the Royal Society of London, Bd. 26, S. 346.

ärmer an Zucker wäre als das der Mutter, sowie als ob kein ausgeprägter Unterschied bezüglich des Zuckergehaltes in arteriellem und venösem Blut bei dem Kinde existiren sollte, aber die Differenzen sind so klein, dass ich keine bestimmten Schlüsse aus diesem einen Versuche zu ziehen wage.

Cl. Bernard hat bekanntlich gefunden, dass der Zuckergehalt des Blutes sowohl von der Beschaffenheit wie von der Zufuhr der Nahrung unabhängig ist. Dies wurde später von v. Mering¹⁾ bestätigt, welcher zudem (l. c. S. 388) zu finden meinte: „dass der Zuckergehalt vom Hunger nicht wesentlich beeinflusst wird.“ Zur Begründung hierfür führt er folgende Versuchsreihe an:

Hund.	Nahrung.	Zucker in 100 Theilen Carotisserum.
No. 1	Stärke und Zucker	0,125 %
„ 2	„ „	0,235 „
„ 3	„ Brod „	0,130 „
„ 4	Fleisch	0,115 „
„ 5	„	0,212 „
„ 6	44-stündiger Hunger	0,150 „
„ 7	48 „	0,145 „
„ 8	5-tägiger Hunger	0,133 „

und nach einigen anderen vergleichenden Versuchen (l. c. S. 410—412) schliesst er (l. c. S. 415): „Das Blut besitzt stets, selbst nach so langem Hungern, dass die Leber glycogenfrei ist, einen gewissen, in allen untersuchten Gefässbezirken gleichen Zuckergehalt.“ Es können jedoch gegen seine Versuche mehrere Einwände geltend gemacht werden. So hat er beispielsweise, so weit aus obenstehender Tabelle ersichtlich, verschiedene Hunde benutzt, ohne erst den Zuckergehalt ihres Blutes bei irgend einer anderen constanten Nahrung untersucht zu haben, so dass man daraus schwer etwas schliessen kann, und bei den späteren Versuchen über den Unterschied zwischen Pfortaderblut und Carotisblut mit Bezug auf den Zuckergehalt wurden allerdings dieselben Versuchsthiere benutzt, aber die Aderlässe so gross gemacht, dass sie eine Verrückung

1) Du Bois-Reymond's Archiv f. Physiologie 1877, S. 379—416.

des Gesamtgehaltes an reducirender Substanz haben hervorrufen müssen. Ich muss deshalb die Ansicht als vollkommen berechtigt ansehen, der Einfluss des Hungers auf den Zuckergehalt des Blutes sei jedenfalls mangelhaft bekannt, und um einige Beiträge zur Kenntniss hierüber zu beschaffen, habe ich in einzelnen Fällen den Zuckergehalt des Blutes bei hungernden Thieren untersucht.

Die Resultate dieser Zuckerbestimmung an den Tabelle S. 476 genannten Hunden No. 4, 6 und 8 nach resp. 12-, 7- und 4-tägiger Inanition werden in der folgenden Tabelle angegeben. Die Bestimmungen wurden wie gewöhnlich gleichzeitig an Blut aus der Art. und Ven. cruralis vorgenommen.

Hund.		Gewöhl. Nahrung		Anzahl Hungertage.	Inanition	
		Art. crur.	Ven. crur.		Art. crur.	Ven. crur.
No. 4	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,160 ‰	0,156 ‰	12	0,154 ‰	0,164 ‰
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,028 „	0,046 „		0,031 „	0,046 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,132 „	0,110 „		0,123 „	0,118 „
No. 6	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,132 ‰	0,138 ‰	7	0,130 ‰	0,140 ‰
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,016 „	0,037 „		0,018 „	0,034 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,116 „	0,101 „		0,112 „	0,106 „
No. 8	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,141 ‰	0,146 ‰	4	0,141 ‰	0,152 ‰
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,023 „	0,038 „		0,031 „	0,034 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,118 „	0,108 „		0,110 „	0,118 „

Aus obenstehender Versuchsreihe geht ein Umstand hervor, der sich nur bei gleichzeitiger Untersuchung von Arterien- und Venenblut zeigen kann. Während nämlich das erstere unter normalen Verhältnissen constant an Zucker reicher ist als das letztere (vergl. S. 476), ist dies während der Inanition umgekehrt, so dass das Venenblut reicher — oder auf jeden Fall eben so reich — an Zucker geworden ist wie das Arterienblut. Bei näherer Erwägung ist an diesem Factum auch nichts Sonderbares. Der normale Unterschied zwischen Arterien- und Venenblut zeigt ja (vergl. S. 476 und Versuche über den Farbstoffgehalt des Blutes, die später veröffentlicht werden), dass immer eine Transsudation von Plasmabestandtheilen in den Capillaren vor sich geht; dass diese Transsudation während der Inanition vermehrt ist, geht schon aus dem

Umstände hervor, dass das Blut während derselben concentrirt wird, und dass die vermehrte Transsudation eine stärkere Concentration des Venen- als des Arterienblutes bewirkt, ist, wenn man das normale Verhältniss berücksichtigt, vor der Hand wahrscheinlich. Aber wenn dies der Fall ist¹⁾, so ist es kein auffallendes Phänomen, dass das Venenblut gegen früher zuckerreicher geworden ist, indem dies dann nur zeigt, dass keine so grossen Zuckermengen wie gewöhnlich in den Geweben während der Inanition wegtranssudirt sind, was unter Berücksichtigung des weniger lebhaften Oxydationsprocesses unter solchen Verhältnissen leicht zu verstehen sind. Eine wenn auch geringe Verminderung des Zuckergehaltes im Arterienblute scheint auch stattzufinden, aber die Variationen sind hier zu klein, um daraus sichere Schlüsse zu ziehen. Man sieht ferner eine geringe relative Vergrösserung des gesammten Zuckergehaltes, die wahrscheinlich durch den grösseren Gehalt des Venenblutes begründet ist. Die Zunahme ist jedoch minimal.

Um möglicherweise in diese Verhältnisse mehr Licht zu bringen, habe ich ferner den Zuckergehalt des Blutes von zwei Hunden untersucht, nach einer Inanitionszeit, die ungefähr so weit ausgedehnt war wie nur möglich. Der eine Hund war auch so entkräftet, dass er gleich nach dem Aderlass starb. Die Versuchsthiere waren der in der Tabelle S. 476 genannte männliche Hund No. 10 und der weibliche Hund No. 1, und die Resultate stimmen mit den vorhergehenden gut überein. Vergl.:

Hund.		Gewöhl. Nahrung		Anzahl Hungertage.	Inanition	
		Art. crur.	Ven. crur.		Art. crur.	Ven. crur.
No. 10	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,127 ‰	0,135 ‰	26	0,113 ‰	0,121 ‰
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,017 „	0,018 „		0,021 „	0,019 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,110 „	0,117 „		0,092 „	0,102 „
No. 1	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,158 ‰	0,153 ‰	30	0,123 ‰	0,129 ‰
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,027 „	0,036 „		0,034 „	0,033 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,131 „	0,117 „		0,089 „	0,096 „

1) Was andere, später zu veröffentlichende Versuche bestätigen.

Der einzige Unterschied zwischen diesen und den früher mitgetheilten Versuchen besteht darin, dass der Zuckergehalt hier etwas abgenommen hat, während auch hier während der Inanition der Zuckergehalt des Venenblutes grösser ist als der des Arterienblutes.

Die wesentlichsten Resultate meiner Untersuchungen über das Verhalten des Blutzuckers unter verschiedenen Umständen sind:

1. Normales Blut enthält ausser Zucker constant eine andere gährungsunfähige, reducirende Substanz.

2. Arteriellcs Blut ist etwas zuckerreicher als venöses. Der Gesamtgehalt an reducirender Substanz ist dagegen in den untersuchten Arterien und Venen gleich, so dass der Unterschied des Zuckergehaltes von einem Mehrgehalt der nicht gährungsfähigen reducirenden Substanz in den Venen herrührt.

3. Der Blutzucker findet sich wahrscheinlich nur im Plasma, wesshalb eine Zuckerbestimmung in dem Gesamtblute und eine in dem Plasma wird benutzt werden können, um den Gehalt des Blutes an feuchten Blutkörperchen und Plasma zu finden.

4. Nach Aderlüssen ist der Gehalt des Blutes an Zucker so ziemlich unverändert, während die Gesamtmenge reducirender Substanz grösser als vor dem Blutverlust, auf Grund eines relativ nicht unbedeutenden Zuwachses der nicht gährungsfähigen reducirenden Substanz ist.

5. In der Morphium-, Chloral- und Chloroformnarkose war der Gehalt des Blutes an reducirender Substanz ziemlich bedeutend gesteigert. Während der Morphium- und Chloroformnarkose traf dieser Zuwachs sowohl die wirkliche Zuckermenge als auch den Gehalt an nicht gährungsfähiger reducirender Substanz, während der Chloralnarkose dagegen nur die letztgenannte.

6. Der Zuckergehalt des Blutes war in einem Versuch nicht merklich verschieden bei der Mutter und bei dem neugeborenen Jungen.

7. Während der Inanition, wenn dieselbe nicht zu lange fortgesetzt wird, ist der Gesamtgehalt des Blutes an Zucker im wesentlichen unverändert — vielleicht sogar in der ersten Zeit ein wenig gesteigert. Dagegen zeigt sich der Unterschied den nor-

malen Verhältnissen gegenüber darin, dass das Venenblut während der Inanition reicher — oder jedenfalls gleich reich — an Zucker wie das Arterienblut ist, was nicht Aenderungen in der Meng der nicht gährungsfähigen reducirenden Substanzen zugeschrieben werden kann.

Hinsichtlich des ersten der oben angeführten Punkte möchte ich mir noch einige Bemerkungen erlauben:

Ich habe S. 474 die Anschauungen der verschiedenen Forscher über die gährungsunfähigen reducirenden Substanzen des Blutes auseinander gesetzt. Niemand hat indessen so viel mir bekannt die Menge derselben bestimmt und darnach die nöthige Correctur für den Zuckergehalt gemacht. Dies ist auch nicht der Fall in einer jüngst erschienenen Arbeit von Seegen¹⁾, trotzdem seine Versuchsreihen allen Grund zur Annahme der Anwesenheit von nicht gährungsfähigen reducirenden Substanzen zu geben scheinen, und folgerichtig dazu auffordern sollten, dieselben bei der Zuckerbestimmung in Betracht zu ziehen. Seegen hat in der obengenannten Arbeit den Zuckergehalt des Blutes durch Titrirung mittelst Fehling'scher Flüssigkeit bestimmt, sowie die erhaltenen Resultate häufig durch die Gährungsprobe controllirt. Dadurch erhielt er sehr oft bei der letztgenannten niedrigere Werthe als bei der Titrirung, vergl. l. c. S. 393: „In den meisten Gährungsversuchen, die ich anstellte, entsprach die erhaltene Kohlensäure ungefähr 70—80% jener Zuckermenge, welche durch Reduction des Kupferoxydes berechnet war. Die aus der Endiometerröhre entnommene Flüssigkeit reducirte dann mehr oder weniger energisch, es war also nicht aller Zucker vergährt. Diese Hemmung des Gährungsprocesses war vielleicht durch die bei der Ausfällung eingeführten und in die Lösung übergegangenen Salze veranlasst.“ Anstatt also die bei den Bestimmungen durch Titrirung und Gährung erhaltenen Differenzen durch die Annahme nicht gährungsfähiger reducirenden Substanzen zu erklären, meint Seegen, dass die Gährung aus irgend einem Grunde unvollständig gewesen ist und führt als Beweis hierfür an, dass die ausgegohrene Flüssig-

1) Dies Archiv Bd. 34, 1884, S. 388—421.

keit noch Kupferoxyd reducirte. Die Annahme scheint jedoch näher zu liegen, dass hier ein Gehalt an nicht gährungsfähiger reducirender Substanz vorliegt, da es ja eine ausgemachte Thatsache ist, dass eine andere thierische Flüssigkeit, die von dem Blute herrührt, constant gährungsunfähige reducirende Substanzen enthielt, und wohl kein physiologischer Chemiker mehr die Reduction des Kupferoxydes in alkalischer Flüssigkeit als ausreichenden Beweis für die Anwesenheit von Traubenzucker ansieht. Schon 1878 haben Worm Müller und Hagen darauf aufmerksam gemacht, dass das Blutserum nicht gährungsfähige reducirende Substanzen enthalten müsse, vergl. l. c. S. 601 „— — — dass neben dem Zucker im Blutserum wahrscheinlich andere reducirende Substanzen enthalten sind. Wir können wohl „sicher“ sagen, da im Harne, dem wichtigsten Excrete, solche in grösserer Menge vorkommen“ und selbst habe ich vielmal zu beobachten Gelegenheit gehabt, dass kleine abgewogene Mengen Traubenzucker zuckerfreiem (ausgegohrenem) Blutserum oder normalem zuckerfreiem Harne zugesetzt, in 24—48 Stunden völlig vergäht, und ich habe ausserdem durch quantitative Bestimmungen (Titirung vor und nach der Gährung) dies Verhältniss controllirt und immer Werthe gefunden, die vollständig den zugesetzten Mengen entsprachen. Seegen hat schon früher¹⁾ die bestimmte Ansicht ausgesprochen, dass überhaupt nicht gährungsunfähige kupferoxydreducirende Substanzen im Organismus vorkommen sollten, indem er l. c. S. 239 sagt: „Somit enthalten die untersuchten Organe weder sogleich nach dem Tode noch eine Stunde darnach irgend eine Substanz, die an sich reducirt oder die durch Kochen mit Salzsäure in eine solche überführbar ist.“ Worm Müller und Hagen²⁾ fanden dagegen in verschiedenen Organen eines Diabetikers nicht gährungsfähige reducirende Substanzen, und wenn man in Betracht zieht, dass sich solche sowohl unter normalen wie unter pathologischen Verhältnissen im Harne finden, so ist es ja vor der Hand mehr als wahrscheinlich, dass sie auch anderswo im Organismus vorkommen. Ich glaube aber, dass kaum länger irgend ein Zweifel über die Anwesenheit gährungsunfähiger reducirender Stoffe im Blute herrschen kann, um so weniger, als es mir geglückt ist, zu zeigen,

1) Dies Archiv Bd. 22, 1880, S. 239.

2) l. c. S. 600.

dass diese zuweilen relativ bedeutende Aenderungen im Gehalte erfahren können. Die abweichenden Resultate Seegen's können ausserdem jedenfalls theilweise daraus erklärt werden, dass er die Reductionsfähigkeit des im Thierorganismus so verbreiteten Kreatinins nicht nachzuweisen vermocht hat, indem er bestimmt angiebt¹⁾, dass Kreatinin nicht die Fähigkeit besitzt, Kupferoxyd in alkalischer Flüssigkeit zu reduciren, während es doch von Worm Müller²⁾ und anderen zur Evidenz gezeigt worden ist, dass Kreatinin diese Eigenschaft in ziemlich ausgesprochener Weise besitzt.

Ueber Bewegungen der Zapfen und Pigmentzellen der Netzhaut unter dem Einfluss des Lichtes und des Nervensystems.

(Auszug aus einem in der gemeinschaftlichen Sitzung der anatomischen und physiologischen Section des 8. internationalen Congresses der medicinischen Wissenschaften am 14. August 1884 zu Kopenhagen gehaltenen Vortrage.)

Von

Th. W. Engelmann

in Utrecht.

Mit Tafel II.

Von physiologischen Veränderungen, die das Licht in der Netzhaut des Auges hervorbringt, sind bisher objectiv nachgewiesen wesentlich nur die electrischen Bewegungserscheinungen, welche

1) Seegen, Der Diabetes mellitus, Berlin 1875, S. 208.

2) Dies Archiv Bd. 27, 1882, S. 61.