Zweite Abtheilung.
Physik und Chemie.

Versuche über das Blut;

von

E. Mitscherlich, L. Gmelin und F. Tiedemann.

(Auszug aus der Zeitschrift für Physiologie, von Tiedemann
und Treviranus. V, 1 u. ff.)

Kein Theil des thierischen Körpers ist für die chemische Physiologie so wichtig als das Blut. In dieses gehen die assimilirten Stoffe über; durch seine Vermittlung tritt der thierische Körper mit der äussern Luft in Wechselwirkung, aus ihm werden alle festen Theile gebildet und alle Secrete erzeugt. Eine genaue Kenntniss des Blutes muss daher zur Aufklärung der wichtigsten im Körper vor sich gehenden materiellen Veränderungen, wie der Verdauung, Respiration, Nutrition und Secretion, am meisten beitragen. Diese Betrachtung bestimmte die Anstellung nachstehender Versuche.

I. Versuche über den Kohlensäuregehalt des Bluts.

Der Widerspruch in den Resultaten ausgezeichneter Beobachter liess es noch immer unentschieden, ob das Blut Kohlensäure enthalte oder nicht. Auf der einen Seite fanden A. Vogel *), Scudamore **) und Brande ***),

*) Schweigger's Journal II. 399.

**) Dessen Versuche über das Blut. Würzburg 1826. 8.

***) Philosophical Transactions 1813. S. 181.

dass das Blut unter der Glocke der Luftpumpe Kohlensäure entwickle. Andererseits fanden Darwin *) und J. Davy **) keine solche Gasentwicklung aus dem Blute.

Bei diesen auffallenden Widersprüchen schien die Anstellung neuer Versuche unter völligem Ausschluss der Luft nicht unwichtig. Es wurde dabei folgendermaassen verfahren:

Es wurden an einem lebenden Hunde die Schenkel-Arterie und Schenkel-Vene blosgelegt, worauf in dieselben kleine metallene mit einem Hahn versehene Röhren eingebracht und durch Ligaturen befestigt wurden. Die Röhren standen mit biegsamen, aus Federharz verfertigten Cathetern in Verbindung, die in sie befestigt waren, und durch welche das ausfliessende Blut unter die mit Quecksilber gefüllten Gefässe geleitet werden konnte.

Man liess durch Oeffnen des Hahns so viel Blut aus der Vene ausfliessen, dass hierdurch alle in der biegsamen Röhre enthaltene Luft ausgetrieben wurde, und dann erst das freie Ende derselben unter Quecksilber unter die Cylinder. Der eine Cylinder wurde zur Hälfte mit venösem Blut gefüllt und der andere gleich darauf eben so mit arteriellem Blut. Beides gelang so gut, dass nicht das geringste Luftbläschen in dem Cylinder sich wahrnehmen liess. Sogleich darauf wurde das venöse Blut auf einem Teller, der sich abschrauben liess, unter die Glocke der Luftpumpe gebracht, und nach hinreichender Exantlation mit dem Teller und der Glocke entfernt, um möglichst bald auch das arterielle Blut aussetzen zu können.

Im Anfange des Auspumpens zeigten sich bei beiden Blutarten nicht die geringste Blasenbildung; als jedoch das Ba-

*) Philosophical Transactions LXIV. 12.

**) Edinb. med. and surg. Journ. XXIX. 253.

rometer der Luftpumpe 28 — 29 Zoll engl. zeigte, entstanden Blasen, durch welche das Quecksilber, welches im Cylinder ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll höher stand als in der Schale, beinahe um einen Zoll sank.

Die bei beiden Blutarten bei Aufhebung des äussern Drucks gebildeten Blasen waren entweder ein mit blossen Wasserdampf gefülltes Vacuum, oder sie enthielten zugleich ein aus dem Blute entwickeltes permanentes Gas. Ersteres war in so fern leicht möglich, als sich das Blut über einer $1\frac{1}{2}$ Zoll hohen Quecksilbersäule befand, welche sinken musste, sobald die Elasticität der in der exantlirten Glocke übrig gebliebenen Luft weniger als $1\frac{1}{2}$ Zoll Quecksilberhöhe betrug; und es wurde sogar durch den Umstand, dass die Blasen erst bei fast völliger Exantlation entstanden, sehr wahrscheinlich. Die Frage liess sich durch allmähliges Hinzulassen der äussern Luft bestimmt entscheiden. Waren die Blasen bloss eine toricellische Leere, so mussten sie sogleich völlig verschwinden; enthielten sie aber ein permanentes Gas, so musste dieses anfangs in einem sehr verkleinerten Volum übrig bleiben, und durfte erst nach längerer Zeit wieder vom Blute verschluckt werden. Beim Hinzulassen von Luft unter beide Glocken zeigte es sich nun, dass noch lange zuvor, ehe dieselben wieder völlig mit Luft gefüllt waren, alle Blasen gänzlich verschwanden, und dass sie also *kein permanentes Gas* enthalten haben konnten.

Es verdient noch bemerkt zu werden, dass sowohl das venöse als das arterielle Blut in diesem völlig von der Luft abgeschnittenem Zustande die gewöhnliche Gerinnung zeigten; dass von Anfang des Versuchs an eine grosse Verschiedenheit in der Farbe der beiden Blutarten bemerklich war, und dass also die hellere Farbe des Arterienblutes weder, wie J. Davy will, von dem schäumigen Zustande, in

welchem es bei der gewöhnlichen Auffangsweise erhalten wird, welches aber hier wegfällt, noch von der Art der Gerinnung abgeleitet werden kann, da die Farbenverschiedenheit vor derselben eben so auffallend war, als nach derselben.

Die Angabe J. Davy's, dass das kohlensaure Gas vom Blutwasser in grösserer Menge verschluckt werde als vom reinen Wasser, fand sich durch Versuche bestätigt. Zu dem arteriellen Blute, welches der Wirkung der Luftpumpe ausgesetzt gewesen war, ohne es aus dem Cylinder zu entfernen, liess man nach und nach kohlensaures Gas hinzutreten; nach 5 Tagen hatten 100 Maass Blut bei einer Temp. von 5 bis 10° C. 136 Maass Gas absorbirt. Nach diesem längern Verweilen im kohlensaurem Gase erschien der Blutkuchen rothschwarz, das Blutwasser war ziemlich klar und durch Blutroth, welches eher aufgelöst als suspendirt schien, dunkelcolombinroth gefärbt.

Um die erhaltenen Resultate durch einen zweiten, mit einigen Abänderungen angestellten Versuch zu bekräftigen, und zugleich zu erfahren, ob das Blut, wenn auch keine freie, doch wenigstens gebundene Kohlensäure enthalte, wurde das Blut eines Hundes, eben so wie das erstemal, aufgesammelt, nur das venöse Blut statt in einem, in zwei mit Quecksilber gefüllte Cylinder geleitet, von denen das eine etwas frisch ausgekochten concentrirten Essig enthielt. Eben so wurde mit dem arteriellen Blute verfahren.

Das nicht mit Essig vermischte venöse und arterielle Blut verhielt sich beim Auspumpen der Luft genau wie im ersten Versuche.

Aus dem mit Essig gemischten arteriellen Blute, welches sich ebenfalls über einer $2\frac{1}{2}$ Zoll hohen Quecksilbersäule befand, stiegen dagegen schon, als das Auspumpen bis zu 20 Zoll engl. fortgesetzt war, viele kleine Blasen

auf, und beim Auspumpen bis zu 25 Zoll betrug der Raum über dem Blute $\frac{1}{3}$ von dem des Blutes. Beim Hinzulassen von Luft in die Glocke blieb eine geringe Menge von Gas übrig, welches in wenigen Augenblicken fast völlig verschwand.

Eben so verhielt sich das mit Essig gemischte venöse Blut, nur wurde hier die Gasentwicklung schon bei 23 $\frac{1}{2}$ Zoll engl. bemerklich, und bei 25 Zoll kam der mit verdünntem Gase gefüllte Raum bereits dem des Blutes gleich; auch blieben beim Hinzulassen von Luft grössere Blasen übrig, wiewohl die Menge des angewandten venösen Blutes weniger betragen hatte, als die des arteriellen.

Es geht hieraus hervor, dass sowohl im arteriellen als venösen Blute gebundene Kohlensäure vorhanden ist, und dass sie mehr beträgt im venösen als im arteriellen. Die schwach alkalische Reaction des Blutwassers rührt daher sowohl von freiem als von kohlensaurem Alkali her.

Bald nach Beendigung dieser Versuche kam uns die verdienstliche Arbeit von Ed. G. F. Stromeyer über das Blut zu Gesicht, aus welcher wir mit Vergnügen ersehen, dass dieser zu denselben Schlüssen gelangt ist.

Vergleichen wir nun dieses Resultat mit den über das Athmen aufgestellten Theorien, und untersuchen wir, wie weit sie mit denselben vereinbar sind.

Lavoisier *) nahm an, das Blut schwitze, ohne in unmittelbare Berührung mit der eingeathmeten Luft zu kommen, durch die Membrane der Lunge in die Bronchien eine hauptsächlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehende Feuchtigkeit aus, welche durch den Sauerstoff der eingeathmeten Luft zu Kohlensäure und Wasser verbrannt werde.

*) Mem. de l'acad. des Scienc. p. l'année 1790. 601; Scherer's Journ. X. 560.

Da man nach dieser Theorie nicht veranlasst ist, freie Kohlensäure im Blute anzunehmen, so ist ihr allerdings das von uns erhaltene Resultat günstig. Dennoch ist es unwahrscheinlich, dass eine solche Kohlenwasserstoff enthaltende Feuchtigkeit in den Lungen ausgeführt, und schon bei 38° C. verbrennen soll. Eine solche Feuchtigkeit ist bis jetzt nicht nachgewiesen; auch kann das Eindringen der Gase in feuchte thierische Gewebe, und also die unmittelbare Berührung zwischen Luft und Blut nicht wohl bezweifelt werden, besonders nach H. Davy's Versuchen.

H. Davy *) schloss aus seinen Versuchen, die Luft dringe durch die feuchten Gefäßhäute der Lungen, und werde vom Serum aufgenommen, der Sauerstoff bilde theils mit Kohlenstoff des Cruors Kohlensäure, theils bleibe er mit dem Cruor verbunden; das Blut stosse endlich alles oder das meiste aufgenommene Stickgas nebst der durch den eingeathmeten Sauerstoff erzeugten Kohlensäure und der bereits im venösen Blute enthaltenen wieder aus. Denn da er fand, dass auch nach dem Einathmen von Wasserstoffgas etwas kohlenstoffsaures Gas ausgeathmet werde, wiewohl viel weniger, als nach dem Einathmen von Luft, so nahm er an, das nach den Lungen zurückkehrende Venenblut enthalte bereits etwas freie Kohlensäure.

Wäre die Davysche Ansicht richtig, so müsste sich im arteriellen Blute so viel Kohlensäure vorfinden, als dasselbe bei der Temperatur des thierischen Körpers mit einem Gasgemenge, wie die ausgeathmete Luft darbietet, aufnehmen vermag; diese Menge könnte nicht unbedeutend seyn. Doch liesse sich hiergegen erwiedern, dass wegen der Schnelligkeit der Circulation immer nur der kleinste

*) Physiologische chemische Untersuchungen über das Athmen. Lemgo 1814. S. 113.

Theil des in die Lungen gelangenden Blutes Gelegenheit hat, mit der eingeathmeten Luft in Wechselwirkung zu treten, und dieser Theil im Verhältniss zum ganzen Blute so wenig betrage, dass sie sich wegen der Affinität der wässrigen Flüssigkeit zu derselben nicht mehr durch Aufhebung des äussern Drucks entwickeln lasse. Eine wichtigere Einwendung lässt sich gegen den von Davy angenommenen Gehalt des venösen Blutes an freier Kohlensäure machen; denn auch dieses entwickelt im leeren Raume keine Kohlensäure, die sie doch nach dieser Theorie schon durch blosser Berührung des Blutes mit Wasserstoffgas und andern Gasen aushauchen soll.

Hiernach ist die Davysche Ansicht mit unsern Erfahrungen nicht völlig vereinbar; sie wäre es eher, wenn man die Präexistenz von freier Kohlensäure im Blute hinweggelassen, und alle beim Athmen erhaltene Kohlensäure aus der unmittelbaren Verbindung des eingeathmeten Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff des Blutes ableiten wollte. Auch scheint es nicht naturgemäss, das Blut absorbire zuerst sämtliches Stickgas der Luft, und hauche dann sogleich den grössten Theil wieder aus, wofür sich kein Grund angeben lässt.

Lagrange nahm, wie Davy, unmittelbare Berührung zwischen dem Blute und der durch die Gefässhäute dringenden Luft an; aber nach ihm bildet der Sauerstoff der Luft nicht sogleich Kohlensäure, sondern er wird zuerst nur lose von dem Blute gebunden, gelangt mit diesem in die verschiedenen Theile des Körpers, bei deren Verrichtungen er vielleicht erst die innige Verbindung mit dem Kohlenstoff des Blutes zur Kohlensäure eingeht, welche dann, wenn das venöse Blut wieder in die Lungen gelangt, hier ausgestossen und durch eine neue Menge an Sauerstoff ersetzt wird.

So viel auch diese Theorie für sich hat, da sie die gleichmässige Vertheilung der thierischen Wärme und die Nothwendigkeit des arteriellen Blutes zur Unterhaltung der thierischen Verrichtungen am genügendsten erklärt, so unverträglich scheint sie mit den hier vorgelegten Thatsachen. Denn da nach ihr das venöse Blut viel Kohlensäure enthält, welche es in den Lungen bei gewöhnlichem Luftdrucke bloss wegen der Berührung mit der eingeathmeten Luft ausstösst, so müsste es dieselbe noch leichter bei aufgehobenem Luftdrucke entwickeln. Auch im arteriellen Blute müsste sich nach dieser Theorie noch etwas freie Kohlensäure nachweisen lassen, da eine mit Kohlensäure beladene Flüssigkeit, in Berührung mit einer abgeschlossenen Menge von Luft, bloss einen Theil der Kohlensäure ausstösst. Selbst Entwicklung von Sauerstoffgas aus dem der Wirkung der Luftpumpe ausgesetztem arteriellen Blute hätte sich einigermaassen erwarten lassen, wofern der Sauerstoff darin eben so lose gebunden angenommen würde, wie in jeder andern der Luft ausgesetzten wässrigen Flüssigkeit. Da sich nun von allem dem nichts gezeigt hat, so ist die Richtigkeit der Theorie von Lagrange sehr zu bezweifeln.

Es sey uns daher erlaubt, Bruchstücke von einer Theorie vorzulegen, welche sich mit den bis jetzt bekannten Thatsachen am besten vereinigen lässt. Geht man von der Ansicht aus, dass die meisten oder alle Bestandtheile der thierischen Secrete nicht erst durch die Secretionsorgane erzeugt werden, sondern schon gebildet im Blute vorhanden sind, so müssen sie in dieses entweder von der Nahrung her gelangen, oder durch Umwandlungen, welche dieselbe im Körper erleidet, erzeugt worden seyn.

Die wichtigsten dieser Umwandlungen finden höchst wahrscheinlich in den Lungen statt, bei der blossen Berührung mit der Luft. Die meisten organischen Flüssigkeiten

erzeugen an der Luft durch Sauerstoff-Absorbition Essig- oder Milchsäure, die man auch theils frei, theils an Alkali gebunden im Blute und den meisten Secreten findet. Da nun diese Säure gewiss in viel kleinerer Menge in der Nahrung vorhanden ist, als sie durch Schweiss und Urin beständig ausgeleert wird, so muss sie sich im thierischen Körper selbst erzeugen und nie eher als in den Lungen, in welchen die Bedingungen zur Essigbildung, nämlich reichlichere Berührung mit der Luft und höhere Temperatur, so vollständig gegeben sind?

Wenn sich beim Athmen Essigsäure erzeugt, so muss das venöse Blut mehr kohlensaures Alkali enthalten als das arterielle; denn durch die erzeugte Essigsäure musste ein Theil des kohlensauren Alkali, unter Austreibung der Kohlensäure, in essigsaures Alkali verwandelt werden. Obschon zwar der oben angeführte Versuch ein dieser Ansicht günstiges Resultat zu liefern schien, so wurde, um darüber bestimmter sich zu versichern, noch folgender Versuch angestellt.

Mittelst des oben beschriebenen Apparates wurden aus einem gesunden Hunde 48 Grammen venöses und 152 Grm. arterielles Blut in zwei geräumige Medicinkolben gelassen. Wir fügten sogleich hinzu frisch gekochten concentrirten Essig, $\frac{1}{3}$ des Bluts betragend, verbanden jeden Kolben mittelst einer Schenkelröhre mit einer Barytwasser haltenden Flasche, aus welcher man eine zweite Schenkelröhre in ein kleines, ebenfalls Barytwasser haltendes, und durch Verschluss mit Papier vor der Luft verwahrtes Gläschen leitete. Die Kolben wurden erst auf dem Wasserbade erhitzt, dann ganz in demselben, so dass bloss der oberste Theil ihres Halses sich ausserhalb befand. Der Inhalt wurde dick, blähte sich auf, und die sich langsam entwickelnden Gasblasen füllten reichlich das Barytwasser. Nach achttündigem

Erhitzen war die Entwicklung der Kohlensäure beendet. Der vom venösen Blute erhaltene kohlensaure Baryt wog 0,264 Grammen, der vom arteriellen Blute 0,566 Grammen. Hieraus lässt sich berechnen, dass 10000 Theile venöses Blut wenigstens 12,3 und 10000 arterielles Blut wenigstens 8,3 gebundene Kohlensäure enthalten, also im gegebenen Falle wie 3 zu 2.

Dieser Versuch ist sonach der obigen Vermuthung günstig, indem durch die beim Athmen erzeugte Essigsäure $\frac{1}{3}$ des im venösen Blute enthalten gewesenen Alkali zersetzt worden zu seyn scheint.

Fassen wir endlich diese Betrachtungen über das Athmen in folgende Sätze zusammen:

1) Die in den Lungenzellen eingeathmete Luft dringt in die feuchten Gefässhäute ein, und kömmt so mit dem Blute in unmittelbare Berührung.

2) Da das Stickgas der Luft nicht bedeutend vom Blute absorbirt wird, so reicht eine geringe Menge desselben hin, die Feuchtigkeit der Gefässhäute zu imprägniren, und der bei weitem grössere Theil bleibt in den Zellen zurück; da hingegen das Sauerstoffgas reichlich vom Blute aufgenommen wird, so strömt es aus den Lungenzellen in dem Verhältniss in die Gefässhäute nach, als es diesen durch das Blut entzogen wird, und das in den Lungenzellen bleibende Gasgemenge muss daher reicher an Stickgas und ärmer an Sauerstoffgas werden als die Luft.

3) Der vom Blute aufgenommene Sauerstoff tritt zum Theil direkt an den Kohlenstoff und Wasserstoff desselben, und erzeugt Kohlensäure und Wasser, welche ausgehaucht werden; zum Theil vereinigt er sich unmittelbar mit den im Blute enthaltenen organischen Verbindungen. Durch beide Weisen wird das Mischungsverhältniss der im Blute enthaltenen organischen Verbindungen geändert, womit eine

Umwandlung derselben in niedrigere verbunden ist. Zu den niedrigeren Verbindungen, die sich hier bilden, gehören vorzüglich Essig- oder Milchsäure, welche einen Theil des im Blute enthaltenen kohlensauren Natrons zersetzt und dessen Kohlensäure in den Lungenzellen austreibt.

4) Das in den Lungen gebildete essigsäure Natron verliert durch verschiedene Secretionsapparate, besonders durch Nieren und Haut, seine Essigsäure, nimmt wieder Kohlensäure auf, die beim Durchgang der Blutmasse durch den Körper durch weitere Zersetzungen seiner organischen Bestandtheile entsteht, und gelangt wieder als kohlensaures Natron in die Lungen.

Nach dieser Theorie ist es leicht erklärlich, warum das venöse Blut beim aufgehobenen Luftdrucke keine Kohlensäure entwickelt, da man in demselben die Existenz freier Kohlensäure nicht anzunehmen genöthigt ist. Dass aber auch das arterielle Blut dieses Verhältniss zeigt, scheint schwieriger zu erklären; denn da nach dieser Theorie durch die eingeathmete Luft theils unmittelbar Kohlensäure erzeugt, theils auch die des kohlensauren Alkalis durch die erzeugte Essigsäure frei gemacht werden soll, so lässt es sich bei dem, was über die Absorbtion der Gase durch wässrige Flüssigkeiten bekannt ist, nicht denken, dass alle diese Kohlensäure in den Lungenzellen ausgehaucht werde, sondern ein Theil derselben muss vom Blute zurückgehalten werden in einem Verhältnisse, welches durch die Absorbirbarkeit der Kohlensäure vom Blute, durch die gegebene Temperatur und durch das Verhältniss, nach welchem das Gasgemenge in den Lungenzellen zusammengesetzt ist, bestimmt wird. Uebrigens ist, wie wir schon früher bemerkten, wohl zu beachten, dass von dem durch die Lungen strömenden Blute immer nur ein Theil Gelegenheit hat, auf die Luft einzuwirken; also nur dieser Theil wird mit

etwas freier Kohlensäure beladen; und wenn er sich dann mit dem unverändert gebliebenen Blute mischt, welches einfach kohlensaures Alkali enthält, so wird die freie Kohlensäure von diesem gebunden, so dass es sich zum Theil in doppelt kohlensaures Alkali verwandelt, aus dem sich dann die Kohlensäure unter der Luftpumpe nicht weiter entwickeln kann.

II. Aufsuchung des Harnstoffs im Blute nach der Exstirpation der Nieren.

Der bekannte Versuch von Prevost und Dumas *) ist von so grossem Einfluss auf die Lehre von der Secretion, dass es uns wichtig schien, denselben, bestätigenden Versuchen von Vauquelin und Segalas **) ungeachtet, noch einmal vorzunehmen.

Am 14. Januar wurde an einem munteren Spitzhunde die Ausschneidung der rechten Niere vorgenommen. Die Wunde eiterte bald und die Heilung schritt so schnell vor, dass die Vernarbung nach 14 Tagen erfolgte. Das Thier nahm Nahrungsmittel zu sich, entleerte Harn und Excremente, und befand sich so wohl, wie vor der Operation.

Am 11. Februar wurde die Wegnahme der linken Niere vorgenommen. Diese erschien blutroth und war um ein Drittel grösser als die früher ausgeschnittene rechte, ohn- streitig in Folge ihrer gesteigerten Thätigkeit und des damit verbundenen lebhafteren Ernährungsprocesses. Das Thier war niedergeschlagen, es trat öfteres Erbrechen einer wässrigen mit schmutzig-grauem Schleim vermischten Flüssigkeit ein, die Wärme des Körpers sank, öfters traten heftige Schauer ein, die Bewegungen des Herzens wurden

*) Annales de Chim. et de Phys. XXIII. S. 90.

**) Magendie Journ. de Physiolog. II. 354.

dann langsamer, das Athmen ungleich und am 13. Morgens verschied das Thier.

Bei der Leichenöffnung zeigte sich das Bauchfell entzündet und enthielt eine eiterartige Flüssigkeit. Die Schleimhaut des Magens war entzündet. Im Magen fand sich eine schleimige, durch Galle gefärbte Flüssigkeit. Die Leber war vergrößert, mürbe und blutreich. Die Gallenblase strotzte von dunkelgrüner Galle. Im Darmkanal zeigte sich eine dünne, mit Schleim und Galle vermischte Flüssigkeit. Die rechte Herzhälfte, besonders Vorhof und Hohladern, enthielten schwarzroth geronnenes Blut. Lungen und Milz boten nichts Abweichendes dar. In den Herzkammern befand sich mehr Flüssigkeit als gewöhnlich.

Der Untersuchung auf Gehalt an Harnstoff wurden unterworfen: 1) die ausgebrochene Flüssigkeit; 2) das nach dem Tode aus den grösseren Gefässen gesammelte Blut, welches gegen 2 Unzen betrug; 3) die Galle; 4) der Inhalt des Dünndarms; 5) der vom operirten Thiere ausgeleerte Koth.

Diese Materien wurden im Wasserbade zur Trockne gebracht, mit heissem Wasser ausgezogen, die Auflösung filtrirt, mit Bleiessig gefällt, und nach Filtration aus der Flüssigkeit der Bleigehalt theils durch Hydrothionsäure, theils durch kohlensaures Ammoniak abgeschieden.

Die Fällung durch kohlensaures Ammoniak wandten wir bei der ausgebrochenen Flüssigkeit, dem Blute und der Galle an. Die hierauf filtrirte und zur Trockne abgedampfte Flüssigkeit wurde mit absolutem Weingeist ausgezogen, der Rückstand, welchen diese Auflösung beim Abdampfen liess, wurde in wenig Wasser gelöst, und zu dieser in einer kleinen mit Eis umgebenden Glasröhre befindlichen Lösung langsam concentrirte Salpetersäure in einzelnen Tropfen hinzugefügt, so dass keine merkliche Erhitzung eintreten konnte.

Die Flüssigkeiten vom Inhalte des Dünndarms und vom Kothe wurden durch Hydrothionsäure vom Blei befreit und dann eben so behandelt.

Es wurden folgende Resultate erhalten:

Die vom *Blute* erhaltene Flüssigkeit gab mit einigen Tropfen Salpetersäure einen starken gelblich-weissen, krystallinischen Niederschlag. Dieser wurde beim Erhitzen im Platinlöffel völlig verzehrt; Kali entwickelte daraus kein Ammoniak. Der grösste Theil des Niederschlages wurde mit Wasser und kohlensaurem Baryt zersetzt, dann das Ganze mit einer überwiegenden Menge absolutem Alkohol vermischt, filtrirt, und das Filtrat, welches sich durch Schwefelsäure nicht trübte, freiwillig verdunstet; es wurden lange farblose Nadeln von Harnstoff erhalten, der ein paar Milligrammen betrug und sich als solcher durch seine Löslichkeit in Wasser und Weingeist, durch seine Verflüchtigung in der Hitze und durch seine Fällbarkeit mittelst Salpetersäure, Sauerkleesäure und Weinsäure zu erkennen gab.

Die vom *Ausgebrochenen* erhaltene Flüssigkeit gab mit Salpetersäure zwar einen, im Aeussern dem salpetersauren Harnstoff ähnlichen Niederschlag, jedoch in zu geringer Menge, als dass seine Natur mit Sicherheit hätte bestimmt werden können.

Bei der Flüssigkeit von der *Galle* zeigte sich nur eine Spur eines Niederschlages, der durchaus nicht dem salpetersauren Harnstoff glich; und die vom *Inhalte des Dünndarms* und vom *Kothe* erhaltenen Flüssigkeiten, welche braun gefärbt waren, lieferten mit Salpetersäure gar keinen Niederschlag.

Diesen Versuchen zufolge ist die Gegenwart des Harnstoffs im untersuchten Blute bestimmt erwiesen, und im Ausgebrochenen wahrscheinlich, wogegen sich derselbe weder in

der Galle, noch im Inhalte des Dünndarms, noch im Kothe nachweisen liess. Dass wir viel weniger Harnstoff aus dem Blute erhielten, als Prevost und Dumas, ist theils daraus erklärlich, dass sich bei der Kleinheit des Hundes nach dessen Tode nur eine geringe Menge Blut aus seinen grösseren Gefässen sammeln liess, theils daraus, dass der Hund schon am zweiten Tage nach der Operation starb. Aber eben dieser Umstand, dass sich schon nach einer so kurzen Unterbrechung der Harnsekretion im Blute Harnstoff nachweisen liess, scheint uns für die Theorie nicht ohne Wichtigkeit.

III. Vergebliche Versuche, im gesunden Blute Harnstoff und Milchzucker zu entdecken.

Der im Vorigen bestätigte Versuch von Prevost und Dumas ist der Hypothese, dass die Secretions-Apparate nicht sowohl neue organische Verbindungen aus den Bestandtheilen des Blutes erzeugen, als vielmehr die bereits vorhandenen in verschiedenen Verhältnissen ausleeren, in hohem Maasse günstig. Immer aber kann man jenen Versuch auch nach der früher vorgezogenen Hypothese erklären, wenn man die unwahrscheinliche Annahme zulässt, dass nach der Entfernung der Nieren die übrigen Secretionsorgane für sie vicariiren und gleich ihnen aus dem Blute Harnstoff erzeugen, von welchem ein Theil wieder durch Resorption in die Blutmasse gelange. Erst dann, wenn es gelingt, den Harnstoff und die meisten übrigen Stoffe, welche man für Produkte der Secretion zu halten pflegt, gebildet im gesunden Blute nachzuweisen, lässt sich die oben erwähnte Hypothese als sicher erwiesen ansehen; doch muss andererseits zugegeben werden, dass das Nichtauffinden einiger dieser Stoffe, noch keinesweges ihre Unrichtigkeit beweist, da vielleicht manche, wohin nach den Versuchen von Vauquelin und Ségalas auch der Harnstoff gehören mag, aus dem Blute, welches in den

Secretions-Apparat gelangt, so schnell und vollständig ausgeschieden werden, dass es um so weniger möglich wird, den in der grossen Blutmasse gebliebenen geringen Rückstand derselben zu entdecken, als die Scheidung der organischen Materien von einander nicht so scharf möglich ist, wie die der unorganischen. Da jedoch schon viele Stoffe im Blute gefunden worden sind, die man zum Theil als Produkte der Secretion zu betrachten pflegte, z. B. verschiedene Salze, Osmazom, speichelstoffartige Materie, Käsestoff, Gallenfett, Talg, Oel und Oelsäure, so durfte man hoffen, dass sich auch andere wichtige in der Secretion vorkommende Stoffe im Blute würden auffinden lassen. In dieser Hoffnung stellten wir folgende, die Nachweisung des Harnstoffs und des Milchzuckers im gesunden Blute bezweckende Versuche an.

Zuerst suchten wir vorläufig auszumitteln, ob sich durch die von uns ausgedachte Verfahrungsweise kleine Mengen dieser Stoffe, die zuvor dem Blute beigelegt worden waren, mit Bestimmtheit wieder würden auffinden lassen. Zu diesem Zweck wurde ein Gemisch von 50 Grammen Kuhblut und 0,2 Grammen Harnstoff zur Trockne abgedampft und der Rückstand wie oben mit Bleiessig, Hydrothionsäure, Weingeist und Salpetersäure behandelt, und Harnstoff deutlich wieder gefunden. Andererseits wurde ein Gemisch aus 50 Grammen Kuhblut und 0,5 Grammen Milchzucker zur Trockne abgedampft, die zerriebene Masse mit heissem Wasser erschöpft, die Flüssigkeit mit Bleiessig gefällt, filtrirt, der Bleigehalt aus dem Filtrate durch Hydrothionsäure entfernt, das Filtrat zur Trockne des Rückstandes verdampft, und der Rückstand mit absolutem Weingeist behandelt; es blieb eine beträchtliche Menge Milchzucker als ein weisses körniges Pulver zurück. Indess bemerkten wir, dass, wenn man die zur Trockne abgedampfte Masse der Luft so lange ausgesetzt

hatte, dass sie wegen ihres Gehaltes an essigsäuren Salzen feucht geworden war, dann mit Weingeist von 36° R. eine vollständige Lösung ohne alle Abscheidung von Milchzucker erhalten wurde, zum Beweise, dass der Milchzucker mittelst der übrigen im Rückstande enthaltenen Materien im wasserhaltenden Weingeiste gelöst wird.

Nachdem wir uns somit überzeugt hatten, dass sich im Blute $\frac{2}{500}$ Harnstoff und $\frac{1}{100}$ Milchzucker schon bei kleinen Mengen des Gemisches mit grösster Sicherheit auffinden lassen, hofften wir bei Anwendung von grösseren Mengen von Blut diese Stoffe darin zu finden, wenn sie auch in kleineren Verhältnisse vorhanden wären.

Wir dampften 10 Pfund frisches Blut von einer milchenden Kuh bis zur Trockne ab. Der zu Pulver zerriebene Rückstand wurde mit warmen Wasser ausgezogen, die Flüssigkeit wurde colirt, mit Bleiessig gefällt, das davon erhaltene Filtrat durch kohlensaures Ammoniak gefällt, die vom Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit zur Trockne verdunstet, den Rückstand zogen wir mit absolutem Alkohol aus, dampften die weingeistige Lösung wieder ab, und extrahirten den erhaltenen Rückstand wieder mit absolutem Weingeist.

Diese Lösung liess beim Abdampfen bloss eine Verbindung einer fettigen Säure mit Natron; in der Auflösung des Rückstandes in wenig Wasser erzeugten daher Salpetersäure und Kleeensäure keine Niederschläge von Harnstoff, sondern sie schieden bloss diese fettige Säure (Oelsäure?) ab.

Die von den obigen zwei Ausziehungen mit Weingeist ungelöst gebliebenen Rückstände, welche den Milchzucker hätten enthalten müssen, enthielten vorzüglich Kochsalz und essigsäures Natron. Ihre vereinigte Lösung in Wasser wurde nur in einem solchen Verhältniss mit Weingeist versetzt, dass dadurch der etwa vorhandene Milchzucker nicht gefällt werden konnte. Darauf fügten wir verdünnte Schwefelsäure

hinzu, und dampften die vom gefällten schwefelsaurem Natron abgossene Flüssigkeit langsam ab. Da der Rückstand noch Natronsalz hielt, so musste diese Behandlung mit Wasser, Weingeist und Schwefelsäure nochmals wiederholt werden, und so noch einmal; hierauf wurde die überschüssig zugefügte Schwefelsäure durch Barytwasser und dessen Ueberschuss durch kohlensaures Ammoniak entfernt, und das Filtrat zur Trockne abgedampft. Hier blieb nur sehr wenig, nicht krystallisirende, thierische Materie, in Weingeist und Wasser löslich, mit Salpetersäure keine Milchwuckersäure liefernd.

Demnach enthält das Kuhblut weder Harnstoff noch Milchwucker, oder wenigstens nur in so geringer Menge, dass diese Stoffe bei dem angewandten Verfahren von der grossen Masse der übrigen Stoffe eingehüllt bleiben.

Ueber die Farbenveränderung des Bluts durch Serum;

von
T u r n e r.

(Edinb. med. and surg. Journ. Jan. 1833.)

Um die Angabe von Stevens über die Färbung des Blutes durch Serum zu prüfen, wurde Blut aus der Schenkelarterie eines Hundes genommen, am folgenden Tage das Coagulum in feine Stücken zerschnitten, und aus diesen durch leichtes Schütteln mit Wasser, um nicht auch die färbende Materie zu entfernen, das Serum abgeschieden. Das gewaschene Blut sah nun völlig aus wie Venenblut, die geschnittenen Blutscheiben waren ganz schwarz; wurde aber eine derselben in das Serum desselben Blutes getaucht, so