

Die von den obigen zwei Ausziehungen mit Weingeist ungelöst gebliebenen Rückstände, welche den Milchzucker hätten enthalten müssen, hielten vorzüglich Kochsalz und essigsaures Natron. Ihre vereinigte Lösung in Wasser wurde nur in einem solchen Verhältnisse mit Weingeist versetzt, daß dadurch der etwa vorhandene Milchzucker nicht gefällt werden konnte. Darauf fügten wir verdünnte Schwefelsäure hinzu, und dampften die vom gefällten schwefelsauren Natron abgegossene 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 kohlenaures Ammoniak entfernt und das Filtrat zur Trockne abgedampft. Hier blieb nun sehr wenig nicht krystallisirende, thierische Materie, in Weingeist und Wasser löslich, mit Salpetersäure keine Milchzuckersäure liefernd.

Demnach enthält entweder das Kuhblut weder Harnstoff noch Milchzucker, oder wenigstens nur in so kleiner Menge, daß diese Stoffe bei dem angewandten Verfahren von der großen Masse der übrigen Stoffe eingehüllt blieben.

---

LX. *Ueber die saure Beschaffenheit des venösen Menschenbluts und über den Unterschied zwischen arteriellem und venösem Blute; von R. Hermann.*

---

Schon seit drei Jahren habe ich bekannt gemacht, daß das venöse Blut gesunder Menschen freie Säure enthalte. Seitdem hat man aber dieser Angabe von allen Seiten widersprochen. Ermüdet durch eine so zahlreiche Oppo-

sition, würde ich den Gegenstand vielleicht für immer haben auf sich beruhen lassen, wenn nicht der berühmte Dr. Stevens nach Moskau gekommen wäre, und den Wunsch ausgesprochen hätte, sich durch den Augenschein von der Richtigkeit meiner Angaben zu überzeugen. Nicht allein er, sondern mehrere der ausgezeichnetsten Gelehrten und Aerzte Moskau's wohnten den deshalb angestellten Versuchen bei. Ich erlaube mir nachstehend einen Auszug aus dem dabei geführten Journale zu geben, und einige Beobachtungen des Hrn. Dr. Stevens, die zwar schon anderwärts publicirt worden sind, aber mit meinen Erfahrungen in einigem Zusammenhange stehen, beizufügen.

Den 3. September 1833. Gegenwärtig: Hr. Dr. Stevens; Sr. Excellenz Fischer von Waldheim, Vice-Präsident der Kaiserl. medico-chirurgischen Academie etc.; Hr. Dr. Markus, Leibarzt Sr. Maj. des Kaisers; Hr. Dr. Wyllie, Leibarzt Sr. Kaiserl. Hoheit des Großfürsten Michael; Hr. Dr. Jähnichen; Hermann.

*Erster Versuch.* Als Prämisse wurde die Reaction einer Flüssigkeit geprüft, die aus Wasser, Bicarbonat von Natron und freier Kohlensäure bestand.

Man fand einstimmig, daß neutrale Lackmustinktur durch sie geröthet wurde.

*Zweiter Versuch.* Man fing das aus der Arm-Vene eines 31jährigen gesunden Russen strömende Blut in einem weißen Glasylinder auf, vermischte es darin mit neutraler Lackmustinktur, verstopfte das Glas und liefs das Blut gerinnen. Nachdem sich das Serum vom Blutkuchen getrennt hatte, fand man einstimmig, daß erstes rein roth gefärbt erschien.

Den 5. September. Gegenwärtig: Hr. Dr. Stevens; Hr. Dr. Markus; Hr. Dr. Wyllie; Hr. Dr. Jähnichen; Hermann.

Zur Untersuchung wurde neues Blut angewendet,

welches den Tag vorher aus der Arm-Vene eines gesunden 34jährigen Deutschen gezogen worden war.

Nachdem man sich einstimmig darüber ausgesprochen hatte, daß das Serum als eine Flüssigkeit zu betrachten sey, die neben doppelt-kohlensaurem Natron noch freie Kohlensäure enthalte, ging man zur Untersuchung des Blutkuchens über.

*Dritter Versuch.* Man nahm drei Glascylinder aus weißem Glase, brachte in zwei derselben Blutkuchen, mischte in dem dritten neutrale Lackmustinktur mit destillirtem Wasser, übergoss den Blutkuchen in dem einen Glase mit der Hälfte der blauen Mischung und den im andern Glase mit destillirtem Wasser. Man fand einstimmig, daß die Lackmustinktur vom Blutkuchen geröthet worden war, und mit ihrer daneben gehaltenen ursprünglichen Nüance den auffallendsten Contrast bildete, und zwar noch ehe das destillirte Wasser eine solche Menge Blutroth gelöst hatte, daß man die Röthung der Tinktur der Farbe des Blutroths hätte zuschreiben können.

*Vierter Versuch.* Man nahm Blutkuchen, zerrieb ihn mit destillirtem Wasser, kochte das Gemenge, filtrirte die die Salze des Blutkuchens enthaltende Flüssigkeit und concentrirte sie durch Verdampfen. Der Rest wurde mit Reactionspapier geprüft.

Kurkumapapier wurde nicht verändert.<sup>5</sup>

Ueber die Reaction des Lackmuspapiers waren die Meinungen sehr getheilt.

Hr. Dr. Stevens war der Meinung, daß es gebläut würde.

Hermann fand dagegen, daß Röthung stattgefunden habe.

Die HH. Dr. Wyllie, Dr. Markus und Dr. Jählichen fanden die Reaction nicht entscheidend genug, um ein Urtheil darüber fällen zu können.

Man schlug vor, die Reaction der Salze des Blut-

kuchens gegen Lackmustinktur zu versuchen. Man mischte 30 Tropfen concentrirter neutraler Tinktur mit 2 Unzen destillirten Wassers, vertheilte die Mischung in zwei Gläser und setzte zu der Flüssigkeit des einen Glases die Lösung der Salze des Blutkuchens.

Man fand jetzt einstimmig, daß auffallende *Röthung* der Tinktur stattgefunden habe, und überzeugte sich, daß die Empfindlichkeit des Reactionspapiers der der Lösungen des Lackmuspigments nachstehe.

Den 6. September. Gegenwärtig: Sr Excellenz Fischer von Waldheim; Hr. Dr. Markus; Hr. Dr. Jähnichen; Hr. Dr. Anke; Hermann.

Man wandte das frisch aus der Arm-Vene eines gesunden 36jährigen Russen strömende Blut an.

*Fünfter Versuch.* 720 Gran desselben wurden in einem pneumatischen Apparate durch eine kochende Lösung von salzsaurem Kalk bis zu einer Temperatur von 80° R. erhitzt und das dabei entwickelte Gas über Quecksilber aufgefangen. — Aetzlauge absorbirte davon  $\frac{1}{6}$  russ. Kubikzoll Kohlensäure.

*Sechster Versuch.* 566 Gran Blut desselben Mannes wurden mit kohlensaurem Baryt gemischt und wie im vorstehenden Versuche behandelt. Es entwickelte  $\frac{3}{8}$  russ. Kubikzoll Kohlensäure; mithin über noch ein Mal so viel, als ohne Zusatz von kohlensaurem Baryt.

*Siebenter Versuch.* Gegenwärtig: Hr. Dr. Stevens; Hr. Dr. Markus; Hr. Dr. Jähnichen; Hermann.

Man liefs frisches venöses Blut, was mithin noch seinen ganzen Gehalt an Serum enthielt, bei einer Temperatur von 80° R. gerinnen, und kochte die geronnene Masse mit Wasser aus. Die Flüssigkeit wurde verdampft. Das concentrirte Residuum reagirte gegen Lackmustinktur *schwach sauer* und gegen rothes Lackmuspapier *alkalisch*.

Diese sonderbare Erscheinung einer ganz entgegengesetzten Reaction einer Flüssigkeit gegen Lackmuspa-

pier und Lackmustinktur veranlaßte mich, ihrem Grunde nachzuspüren. Ich fand, daß die Salze, die destillirtes Wasser dem geronnenen Blute entzieht, viel phosphorsaures Natron enthielten. Eben so fand ich, daß man die erwähnte paradoxe Erscheinung hervorbringen könne, wenn man zu phosphorsaurem Natron etwas Essigsäure zumischt, und damit Reactionen gegen Lackmuspapier und -Tinktur anstellt. Das phosphorsaure Natron aus gleichen Atomen Säure und Basis reagirt nämlich, wie bekannt, alkalisch. Man kann diesem Salze ziemlich viel freie Säure zusetzen, ehe die alkalische Reaction gegen Lackmuspapier verschwindet. Hört man aber mit dem Zusetzen von Säure auf, ehe Neutralität eintritt, so erhält man eine Flüssigkeit, die rothes Lackmuspapier blau färbt, neutrale Lackmustinktur aber sehr merklich röthet.

Da nun neutrale Lackmustinktur durch das einfach phosphorsaure Natron nicht geröthet, sondern gebläut wird; da ein Zusatz von freier Säure nöthig ist, um eine saure Reaction auf die Tinktur auszuüben; da ferner die Salze, die man aus dem Blutkuchen sowohl, als aus dem geronnenen, noch seine ganze Quantität Serum enthaltenden venösen Blute auszieht, gegen Lackmustinktur sauer reagiren; da ferner das Blut beim Kochen aus kohlen-saurem Baryt mehr Kohlensäure entwickelte, als es ohne Zusatz von kohlensaurem Baryt entwickelt haben würde, so muß das venöse Blut eine freie Säure enthalten, die nicht bloß Kohlensäure ist. — Durch frühere Versuche habe ich schon dargethan, daß es Essigsäure seyn müsse. — Die, welche die Reaction des Bluts mit Lackmuspapier prüften, hatten also vollkommen Recht, wenn sie behaupten, daß es dasselbe bläue. Aber ihre Folgerung, daß das venöse Blut deshalb freies Alkali enthalte, war irrig, da im Gegentheil freie Kohlensäure und freie Essigsäure darin vorkommen.

**Das Serum des venösen Bluts betreffend.**

Mischt man Serum frischen venösen Bluts gesunder Menschen mit Lackmustinktur, so wird letztere schwach geröthet.

Untersucht man das Serum mit rothem Lackmuspapier, so erhält man stets eine alkalische Reaction.

Erbitzt man das Serum in einem pneumatischen Apparate bis zu 80° R., so entwickelt es Kohlensäure.

Die schwach saure Reaction des Serums gesunder Menschen gegen Lackmustinktur wird daher durch Kohlensäure bewirkt. Nach ihrer Verjagung durch Kochen reagirt das Serum, durch seinen Gehalt an kohlensaurem und phosphorsaurem Natron, auch gegen Lackmustinktur alkalisch.

Beim Eintrocknen des Serums scheint übrigens das kohlensaure Natron durch das Eiweiß zersetzt zu werden und mit ihm Natron-Albuminat zu bilden; denn kocht man eingetrocknetes Serum mit Wasser aus, und verdampft die dadurch erhaltene Lösung, so erhält man einen Rückstand, in dem ich durch stärkere Säuren niemals, selbst nicht die geringste Spur von Kohlensäure-Entwicklung hervorbringen konnte.

Aus den beschriebenen Versuchen und anderen bekannten Erfahrungen geht hervor, daß beim Gerinnen des venösen Bluts folgende Erscheinungen stattfinden.

Der Faserstoff des Bluts vermindert in der Ruhe sein Volumen; er zieht sich zusammen und umschließt dabei die Blutkugeln. Dadurch bildet sich der Blutkuchen, der zugleich die ganze, im venösen Blute enthaltene Menge freier Essigsäure, wahrscheinlich an den Faserstoff gebunden, aufnimmt. — Der übrige Raum, den das Blut ursprünglich einnahm, wird nun durch das Serum erfüllt, was vorzugsweise die im Blute vorkommende freie Kohlensäure enthält.

Aus den Erscheinungen beim Gerinnen des Bluts geht noch außerdem hervor, daß die Essigsäure durch ihre

Verbindung mit thierischer Substanz ihre Affinität zum Natron so weit vermindert habe, um neben doppelt-kohlensaurem Natron bestehen zu können.

Diese modificirte Affinität scheint durch die Gegenwart freier Kohlensäure im Gleichgewichte gehalten zu werden; nach Entfernung der Kohlensäure durch Verdampfung aus dem Serum mag aber Reaction des Bicarbonats von Natron auf die Verbindung der Essigsäure mit thierischer Substanz eintreten, mit Bildung von essigsaurem Natron und neuer Kohlensäure-Entwicklung.

Diese besondere Statik spielt vielleicht beim Athmungsprocesse und der Umbildung des venösen Bluts in arterielles eine wesentliche Rolle.

Zur klareren Einsicht in die Phänomene des letzteren Processes muß ich einige Beobachtungen des Hrn. Dr. Stevens mittheilen, die ich übrigens vollkommen bestätigen kann.

Hr. Dr. Stevens fand:

- 1) Der Farbstoff des Bluts ist primitiv dunkel, fast schwarz. — Man erhält ihn in diesem Zustande, wenn man den Blutkuchen arteriellen Bluts mit destillirtem Wasser digerirt und dadurch seinen Salzgehalt auszieht.
- 2) Der primitiv dunkle Farbstoff des Bluts nimmt augenblicklich die hellrothe Farbe des arteriellen Bluts an, wenn man ihn mit Neutral-Salzen oder ihren Lösungen in Berührung setzt.
- 3) Der durch Salz geröthete Farbstoff wird wieder dunkel, wenn man ihn mit Säuren, selbst mit Kohlensäure, in Berührung bringt.
- 4) Das venöse Blut enthält freie Kohlensäure, die man ihm nicht allein durch Wechselwirkung mit atmosphärischer Luft, sondern selbst durch Wasserstoffgas bei gewöhnlicher Temperatur entziehen kann.

Aus diesen Erfahrungen ergibt sich der Unterschied zwischen arteriellem und venösem Blut.

Schon bei den ersten Versuchen, die ich vor drei Jahren mit dem Blute anstellte, beobachtete ich, daß die dunkle Farbe des venösen Bluts durch kohlen-saures Natron, Baryt oder Kalk in die hochrothe des arteriellen umgewandelt wurde. Ich sprach daher in einem Aufsatze, den man in dem *Bulletin de la société imperiale des naturalistes de Moscou*, Tom. V p. 351, finden kann, die Ansicht aus, daß das arterielle Blut von dem venösen durch einen chemischen Gegensatz, durch saure Beschaffenheit des letzteren und alkalische des ersteren bewirkt zu werden scheine.

Diese Vermuthung findet sich durch die Erfahrungen des Hrn. Dr. Stevens vollkommen bestätigt. Nach ihm wird nämlich das arterielle Blut durch jede Säure, namentlich auch durch Kohlensäure und Essigsäure, dunkel gefärbt. — Da nun das venöse Blut diese Säuren enthält, so muß es dunkel seyn; da aber das arterielle hell ist, so kann es keine Säuren mehr enthalten, indem es sonst dunkel seyn müßte. — In den Lungen verliert also das venöse Blut seine freie Kohlensäure und seine freie Essigsäure. Erstere durch Exhalation, letztere durch Decomposition vermittelt des Sauerstoffs der eingeathmeten Atmosphäre. — Der letztere Proceß ist übrigens sehr klar, da Essigsäure, mit viel Wasser verdünnt und mit organischem Stoff verbunden, bei einer Temperatur von fast 30° R. in Berührung mit viel Sauerstoffgas, augenblicklich in Kohlensäure, Wasser und Schleim zersetzt wird, wie dieß die Schützenbach'schen Essigbilder darthun.

Durch Exhalation und Decomposition der Kohlensäure und Essigsäure in den Lungen wird also das venöse Blut neutral; es bekommt dabei seine hellrothe Farbe wieder und wird zu arteriellem. Bei dem Kreislaufe des letzteren durch den Organismus nimmt es aus den Secretions-Apparaten wieder freie Kohlensäure und freie Essigsäure auf, wird dadurch dunkel, gelangt wieder in die



Lungen und wird dort wieder durch Entfernung der Säuren hell und arteriell.

Die rothe Färbung des Bluts *aufserhalb* des Körpers, durch Einwirkung der atmosphärischen Luft, scheint übrigens blofs durch Entweichung der Kohlensäure und darauf erfolgende Einwirkung des doppelt-kohlensauren Natrons auf die Verbindung der Essigsäure mit thierischem Stoffe erzeugt zu werden. Das Resultat bleibt dabei dasselbe. Der Blutkuchen verliert auf den der Einwirkung des Serums ausgesetzten Stellen seine freie Essigsäure, und bekommt dort, durch die im Serum enthaltenen Neutral-Salze, die hochrothe Farbe des arteriellen Bluts <sup>1)</sup>).

- 1) In Bezug auf die vom Hrn. Verfasser beobachtete Reaction der mit Essigsäure neutralirten Auflösung des phosphorsauren Natrons gegen Lackmuspapier und Lackmustinktur erlauben wir uns hier eine frühere analoge Erfahrung des Hrn. Prof. Mitscherlich in Erinnerung zu bringen.

Wenn, heist es in dessen Abhandlung über die phosphorsauren und arseniksauren Salze (*Ann. de chimie et de physique*, T. XIX p. 362), arseniksaures oder phosphorsaures Natron aus einer Lösung anschiefst, welche (mit Arsenik- oder Phosphorsäure versetzt) noch eine alkalische Reaction zeigt, so ist die Flüssigkeit, nach der Krystallisation merklich sauer; ist dagegen Kali die Basis des krystallisirenden Salzes, so zeigt die Flüssigkeit eine starke alkalische Reaction. Im ersten Fall ist das Krystallisirte ein Neutralsalz, im letzteren ein saures Salz. Lackmuspapier mit einer Lösung von doppelt-phosphorsaurem oder doppelt-arseniksaurem Kali benäfst, wird roth; getrocknet, wird es aber blau, denn das Salz nimmt beim Krystallisiren wieder die Säure auf, welche das Lackmuspapier röthete. P.

---