

## III.

## Ueber eine neue Blutprobe bei der Kohlenoxydvergiftung.

(Aus dem chemischen Laboratorium des pathologischen Instituts zu Berlin.)

Von Dr. Kuniyosi Katayama aus Japan.

Um die Diagnose der Kohlenoxydvergiftung durch die chemische Untersuchung des Blutes sicher zu stellen, hat Hoppe-Seyler<sup>1)</sup> zuerst im Jahre 1858 seine Natronprobe angegeben, welche darin besteht, dass das kohlenoxydhaltige defibrinirte Blut mit dem gleichen oder doppelten Volumen Aetznatronlauge von dem specifischen Gewichte 1,3 geschüttelt, im Reagirglase eine fast geronnene Masse von rother Farbe, und in dünnen Schichten auf Porzellan betrachtet, eine mennige- bis zinnoberrothe Masse liefert, während man bei normalem defibrinirtem Blute, welches man auf dieselbe Weise behandelt, im Reagirglase eine schwarze, schleimige Masse und in dünnen Schichten auf Porzellan betrachtet, eine grünbraune Masse erhält.

Die Hoppe-Seyler'sche Probe ist die älteste und heute noch in der gerichtsärztlichen Praxis die gebräuchlichste, ob-schon seitdem verschiedene Kohlenoxydblutproben bekannt geworden sind. Nach meinen Beobachtungen erweist sich die Natronprobe noch bei Mischungen von 1 Theil kohlenoxydhaltigen und 4 Theilen nicht kohlenoxydhaltigen Blutes brauchbar und ist zuweilen auch bei Mischungen von 1:5 noch wahrnehmbar.

E. Salkowski<sup>2)</sup> gab folgende Modification der Natronprobe als recht vortheilhaft an: Fügt man zu der mit destillirtem Wasser auf das zwanzigfache verdünnten Blutlösung das gleiche Volumen Natronlauge vom specifischen Gewicht 1,34 hinzu, so

<sup>1)</sup> Hoppe-Seyler, Ueber die Einwirkung des Kohlenoxydgases auf das Blut. Dieses Archiv Bd. 13. S. 104.

<sup>2)</sup> E. Salkowski, Eine Modification der Hoppe-Seyler'schen Natronprobe auf Kohlenoxydhämaglobin. Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1888. Bd. XII. 3. Heft. S. 227.

wird die Mischung bei der Kohlenoxydblutlösung in wenigen Augenblicken zuerst weisslich trüb, dann lebhaft hellroth, während die ebenso behandelte genuine Blutlösung eine schmutzig bräunliche Färbung zeigt.

Im Jahre 1859 empfahl Böttger<sup>1)</sup> zuerst Palladiumchlorür als Reagens auf Kohlenoxyd zu benutzen. Nach ihm verwendete es besonders Eulenberg<sup>2)</sup>, dann Gottschalk<sup>3)</sup>, während Kühne<sup>4)</sup>, Ludimar Hermann<sup>5)</sup> und Jäderholm<sup>6)</sup> diese Probe verworfen.

Neuerdings publicirte Fodor<sup>7)</sup> eine äusserst empfindliche Methode, mit welcher er Kohlenoxyd im Blut noch mit Bestimmtheit nachwies, welches bei der Einathmung einer  $\frac{1}{20000}$  bis  $\frac{1}{25000}$  Kohlenoxyd enthaltenden Luft in die Circulation aufgenommen war, während nach seiner Untersuchung die Spectrалerscheinungen schon bei  $\frac{1}{1000}$  zweifelhaft werden, Ammoniumsulfid noch bei  $\frac{1}{2000}$  Gehalt der Luft brauchbar war. Nach seinem Verfahren erwärmt man das kohlenoxydhaltige Blut in einem kleinen, auf ein Wasserbad gesetzten Kochkolben  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  Stunde lang und leitet nach häufigem Schütteln des Kolbens einen möglichst langsamem Luftstrom hindurch. Dieser passirt dann zuerst eine Lösung von essigsaurem Blei, dann verdünnte Schwefelsäure, dann eine Palladiumchlorürlösung, welche sich in 1 bis 2 U-förmigen, je vier Kugeln tragenden Röhren befindet. Nach Gaglio<sup>8)</sup> wird die Empfindlichkeit dieser Probe durch Zusatz von Natronlauge zum Blute noch gesteigert. Die Gegenwart von Kohlenoxyd giebt sich durch die Bildung eines schwarzen Häutchens an der Flüssigkeitsoberfläche, oder durch einen schwarzen Niederschlag von reducirtem Palladium zu erkennen.

<sup>1)</sup> Böttger, Chem. Centralbl. 1859. S. 321.

<sup>2)</sup> Eulenberg, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen. 1865. S. 52.

<sup>3)</sup> Gottschalk, Ueber die Nachweisbarkeit des Kohlenoxydes. Leipzig 1877.

<sup>4)</sup> Kühne, Zur Erkennung des Kohlenoxydes im Blute. Dieses Archiv Bd. 42. S. 244.

<sup>5)</sup> L. Hermann, dieses Archiv Bd. 42. S. 577.

<sup>6)</sup> Jäderholm, Die gerichtlich-medicinische Diagnose der Kohlenoxydvergiftung. 1878. S. 94.

<sup>7)</sup> Fodor, Kohlenoxyd in seinen Beziehungen zur Gesundheit. Viertel-jahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. 1880. Bd. XII.

<sup>8)</sup> Gaglio, Archiv für exper. Path. XXII. S. 235.

Eulenberg<sup>1)</sup> giebt in seinem 1865 erschienenen Werke an, dass alle Chlorverbindungen eine hellere Färbung des Kohlenoxydblutes hervorbringen, und schlug besonders folgendes Verfahren vor: Man bringt 15 bis 20 Tropfen defibrinirtes Blut in eine Porzellanschale und verreibt dasselbe unter Zusatz von zwei Theilen Natronlauge vom specifischen Gewicht 1,3 und  $2\frac{1}{2}$  Theilen Chlorcalciumlösung (1 Theil Chlorcalcium, 3 Theile destillirtes Wasser). Dann entsteht im Kohlenoxydblut eine schön carminrothe Färbung, während normales Blut hellbraun bis braunroth wird. — Jäderholm<sup>2)</sup> fand nach der Vergleichung der Hoppe-Seyler'schen und der Eulenberg'schen Blutprobe den Unterschied zwischen kohlenoxydhaltigem und nicht kohlenoxydhaltigem Blut bei der Eulenberg'schen Probe nicht so deutlich und bestimmt, wie bei der Anwendung starker Natronlauge und hält alle Modificationen der Natronprobe für überflüssig und unnütz.

Weyl und Anrep<sup>3)</sup> theilten im Jahre 1880 mit, dass sauerstoffhaltiges Blut durch die Einwirkung oxydirender Substanzen, wie Jodjodkalium (J 0,05 pCt. und KJ 1 pCt.), chlorsaures Kali (5 pCt.) und Chamäleonlösung (0,025 pCt.), oder reducirender Substanzen, wie Brenzkatechin (1 pCt.), Hydrochinon (1 pCt.) und Pyrogallollösung (0,5 pCt.) in Methämoglobin übergeführt, gelblich oder gelblichgrün gefärbt wird, während das Kohlenoxydblut unverändert roth bleibt und erst nach mehreren Stunden oder Tagen den Streifen des Methämoglobins zeigt. Sie weisen ferner darauf hin, dass bei Verdacht einer Kohlenoxydvergiftung das Blut bei der Anwendung der eben erwähnten Reaction möglichst schnell der Untersuchung unterzogen werden muss, da dasselbe mit der Zeit ärmer an Kohlenoxyd wird.

E. Salkowski<sup>4)</sup> gab im Jahre 1883 an, dass das kohlenoxydhaltige Blut nach Zusatz von Schwefelwasserstoffwasser seine hellrothe Farbe behält, während genuines Blut unter Bildung von Schwefelmethämoglobin schmutzig grün wird. Nach

<sup>1)</sup> Eulenberg, a. a. O. S. 47.

<sup>2)</sup> Jäderholm, a. a. O. S. 91.

<sup>3)</sup> Th. Weyl und B. Anrep, Ueber Kohlenoxydhämoglobin. Archiv f. Physiol. von Du Bois-Reymond. 1880. S. 227.

<sup>4)</sup> E. Salkowski, Ueber das Verhalten des Kohlenoxydblutes zu Schwefelwasserstoffwasser. Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1883. Bd. VII. S. 114.

dem originalen Verfahren verdünnt man das Blut mit destillirtem Wasser auf das 50fache und setzt zu der Blutlösung  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  Volumen von gesättigtem Schwefelwasserstoffwasser hinzu. Dann kommt die charakteristische Farbenerscheinung in wenigen Augenblicken zum Vorschein. Mischungen aus gleichen Theilen Kohlenoxydblut und genuinem Blut zeigen eine noch sehr ähnliche Farbenreaction, wie reines Kohlenoxydblut. Er gab auch eine etwas einfachere Form des Versuches an: Man füllt ein Probirglas von gewöhnlicher Weite mit etwa  $\frac{1}{2}$  Schwefelwasserstoffwasser, fügt darauf 2 bis 3 Tropfen Blut hinzu und schüttelt es um. Zu langes Schütteln beeinträchtigt die Reaction, da das Kohlenoxydhämoglobin dabei allmählich zersetzt wird (nach Liman<sup>1)</sup>). — Blumenstock<sup>2)</sup> bemerkt hierzu, dass die Reaction deutlicher hervortritt, wenn 10 bis 20 Tropfen des zu untersuchenden Blutes in das Schwefelwasserstoffwasser enthaltende Reagensglas getropft werden.

S. Zaleski<sup>3)</sup> veröffentlichte im Jahre 1885 eine neue Reaction auf Kohlenoxydhämoglobin, welche am besten angestellt wird, indem man 2 ccm Blut mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt und mit 3 Tropfen der  $\frac{3}{4}$  gesättigten Lösung von Kupfersulfat oder 3 Tropfen Kupfernitrat oder 2 Tropfen Kupferchlorid oder 7 Tropfen Kupferacetat versetzt. Kohlenoxydblut zeigt dabei einen ziegelrothen, flockigen Niederschlag, normales Blut dagegen eine chokoladebraune Färbung. Die Reaction ist nur dann sicher, wenn das Blut mindestens zu  $\frac{1}{4}$  mit Kohlenoxydgas gesättigt worden ist.

Ausser den bereits erwähnten Kohlenoxydblutproben giebt es noch viele Reactionen, welche zwischen dem kohlenoxydhaltigen und genuinen Blute eine mehr oder weniger differente Farbe erzeugen. Ich gehe jedoch hierauf nicht näher ein.

Vor Kurzem gelang es mir, eine neue Probe auf Kohlenoxydblut aufzufinden. Dieselbe will ich hiermit vor die Oeffentlichkeit bringen, da sie nach meinen sehr oft wiederholten Untersuchungen als eine sehr einfache, in der gerichtsärztlichen Praxis leicht ausführbare, gute Blutprobe zu betrachten ist.

<sup>1)</sup> Liman, Centralbl. f. med. Wissensch. 1876. No. 20.

<sup>2)</sup> Blumenstock, Wiener med. Presse. 1884. S. 90.

<sup>3)</sup> S. Zaleski, Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. IX. S. 225.

Diese Blutprobe besticht darin, dass das kohlenoxydhaltige Blut nach Zusatz von orangefarbenem Schwefelammon und Essigsäure eine schöne hellrothe Färbung erzeugt, während das normale Blut grünlich-grau oder röthlich-grüngrau wird.

Was ich hier als „orangefarbenes Schwefelammon“ bezeichne, ist dasjenige Schwefelammon, welches sehr polysulfidhaltig ist und durch einen Zusatz von 2,5 g gepulverten, reinen Schwefel zu 100 g frischen, farblosen Schwefelammon, oder 2 g Schwefel zu 100 g gelben Schwefelammon dargestellt wird, oder welches durch längeres Stehen von gewöhnlichem Schwefelammon ohne Schwefelzusatz entsteht. Die hierzu gebrauchte Essigsäure ist die verdünnte von 30 pCt. Gehalt an Essigsäurehydrat.

Was das Verfahren bei dieser Blutprobe anbetrifft, so möchte ich Folgendes als sehr empfehlenswerth hervorheben: Man verdünnt 1 ccm des zu untersuchenden Blutes mit 50 ccm destillirtem oder möglichst reinem gewöhnlichen Wasser, giesst von dieser Lösung 10 ccm in ein Reagirglas und setzt zuerst dazu 0,2 ccm orangefarbenes Schwefelammon und dann 0,2 bis 0,3 ccm verdünnte Essigsäure, bis sie schwach sauer reagirt und vermischt sie, indem man das mit dem Daumen zugehaltene Reagirglas 1 bis 2 mal leicht umkehrt. Oder man träufelt 5 Tropfen des zu untersuchenden Blutes in ein Reagirglas, welches 10—15 ccm Wasser enthält, schüttelt die Mischung leicht um, setzt dazu 5 Tropfen orangefarbenes Schwefelammon und 7 bis 10 Tropfen oder noch etwas mehr Essigsäure, bis sich ebenfalls eine schwachsäure Reaction zeigt und mischt dann sanft durch. Das heftige Umschütteln des Reagirglases ist streng zu vermeiden.

In beiden Fällen zeigt sich bei dem kohlenoxydhaltigen Blut eine schöne, rosarote Färbung der Flüssigkeit mit Bildung feiner Flöckchen, während die normale Blutlösung ebenfalls unter Flöckchenbildung grüngrau oder röthlich-grüngrau wird. Nach 24 Stunden fallen die Flöckchen als eine je nach der Beschaffenheit des Blutes schwach röthlich oder grüngrau gefärbte Masse zu Boden. Die darüber stehende etwas trübe oder fast durchsichtige Flüssigkeit ist auch bei dem Kohlenoxydblut roth und bei dem genuinen Blut schmutzig dunkelgrün.

Ich mache hier noch darauf aufmerksam, dass man bei der

Ausführung dieser Blutprobe immer auf folgende drei Punkte Acht haben muss:

1) Man versäume nicht, das Blut, wenn es vor Anstellung der Probe längere Zeit gestanden hat, leicht umzurühren, da sich die Blutkörperchen bekanntlich senken, und die oberen Schichten ärmer an Blutkörperchen sind.

2) Man setze nur soviel Essigsäure hinzu, dass die Reaction schwach sauer wird.

3) Man schüttele das Reagirglas nicht zu lange und nicht zu heftig, da das in dem Blut vorhandene Kohlenoxyd durch diese Bewegung mehr oder weniger ausgetrieben wird, wie Liman<sup>1)</sup> mit Recht bemerkt, und in Folge dessen die Farben-reaction selbstverständlich auch beeinträchtigt wird, besonders in dem Falle, wenn von Anfang an nur ein minimales Quantum Kohlenoxyd darin enthalten war.

Das beste Verfahren meiner Blutprobe ist das bereits beschriebene. Jedoch erscheinen mir noch folgende zwei Modificationen erwähnenswerth, wenn sie auch dem ersten Verfahren nicht vorzuziehen sind.

1) Man bringt 1 oder 2 ccm des zu untersuchenden defibri-nirten Blutes in das Reagirglas und setzt zuerst das gleiche Vo-lumen orangefarbenes Schwefelammon hinzu, dann ebenso viel verdünnte Essigsäure und zwar tropfenweise und mit grosser Vorsicht, weil sonst durch die sehr heftige Gasentwickelung der grösste Theil der Probeflüssigkeit als Schaum aus dem Reagir-glase herausgeschleudert wird. Man beachte nun die Farbe des Schaumes und des Niederschlages. Bei kohlenoxydhaltigem Blut ist der Schaum, insbesondere in der Nähe der Flüssigkeitsober-fläche schön hellroth und der Niederschlag zinnober- bis rosa-roth, während der Schaum bei dem genuinen Blut grüngrau bis röthlich-grüngrau und der Niederschlag grau bis röthlichgrau er-scheint. Die Farbe des Niederschlages bleibt wohl mehrere Tage lang unverändert erhalten.

2) Man vermengt gleiche Theile orangefarbenen Schwefel-ammons und verdünnter Essigsäure in einem Porzellanschälchen; darauf entsteht nach starkem Brausen eine milchige Flüssigkeit. Lässt man auf diese Flüssigkeit einen Tropfen kohlenoxydhaltigen

<sup>1)</sup> Liman, a. a. O.

Blutes fallen, so erscheint ein schön hellrothes Figürchen durch die Vertheilung des Blutes in der Flüssigkeit, während normales Blut, auf dieselbe Weise behandelt, ein grüngraues bis röthlich-grüngraues Figürchen erzeugt. Diese schöne Farbenerscheinung vergeht aber in kurzer Zeit.

Was bildet sich nun bei dieser Blutprobe? Zur Beantwortung dieser Frage dient die spectroskopische Untersurhung. Bei dem benutzten Spectralapparat fiel die Frauenhofer'sche Linie C auf 8,1 der Scala; D auf 9,5, E auf 11,3; b auf 11,7; F auf 13,0. Die nach Anstellung der Probe durch Absetzen und Filtriren des entstandenen Niederschlages fast durchsichtig gewordene oder noch etwas trüb gebliebene Flüssigkeit war bei dem kohlenoxydhaltigen Blut anfangs schwach sauer, wurde 2 oder 3 Tage später etwas alkalisch, blieb aber in ihrer Klarheit unverändert, während sie bei dem normalen Blute vom Anfang an etwas trüber, ihr aber sehr ähnlich war.

Das Spectrum des kohlenoxydhaltigen Filtrates zeigte 3 Absorptionslinien, deren erste in der Mitte zwischen C und D (8,3—8,7), die beiden anderen zwischen D und E (9,5—10,0 und 10,4 oder 10,5—10,9 oder 11,0) fielen. Gewöhnlich war die eine dieser beiden Linien, nehmlich die nach dem Roth zu liegende deutlicher und schmäler, als die nach Violett zu liegende. Diese spectrale Erscheinung erzeugte nicht nur die anfänglich saure, sondern auch die alkalische Blutlösung, welche entweder einige Tage später von selbst alkalisch wurde, oder durch Zusatz von Ammoniak alkalisch gemacht wurde. Ein Zusatz von 1 oder 2 Tropfen verdünnter Essigsäure machte die Lösung etwas trüber, das Spectrum jedoch blieb noch unverändert. Setzt man aber zu viel Essigsäure hinzu, so verschwindet das oben erwähnte Spectrum und ein neues kommt zum Vorschein, welches die drei charakteristischen Absorptionslinien der sogenannten sauren Hämatinlösung zeigte.

Durch Zusatz von Schwefelammon zu dem in Rede stehenden Filtrat blieb das oben beschriebene Spectrum im Wesentlichen unverändert, jedoch trat eine schwache Schattirung zwischen 9,5 und 12 ein und von 12 ab nach dem violetten Theil scharf begrenzte Dunkelheit. Die Erklärung für diese Erscheinung kann wohl keine andere sein, als dass das soeben

beschriebene Spectrum kein einfaches ist, sondern ein doppeltes Spectrum, nehmlich ein Schwefelmethäoglobin-<sup>1)</sup> und ein Kohlenoxydhämoglobinspectrum.

Bei dem normalen Blut brachte die Flüssigkeit spectroskopisch betrachtet zwei Absorptionslinien hervor, deren eine in der Mitte von C und D (8,3—8,7) lag, und deren andere, die sich im Zwischenraum zwischen D und E (9,3—10,5) vorfand, durch das Umschütteln mit der Luft sich in zwei Linien (9,2 bis 9,7 und 10,5—11,0) spalten konnte. Diese spectrale Erscheinung war in der anfänglich sauren oder in der mit Ammoniak alkalisch gemachten oder nach einigen Tagen von selbst alkalisch gewordenen Blutlösung ganz dieselbe. — Was die Deutung dieses Spectrums betrifft, so ist es einleuchtend, dass die eine Absorptionslinie in der Mitte von C und D das Schwefelmethäoglobin, und die andere (9,3—10,5) in dem Zwischenraum von D und E das reducirete Hämoglobin, und die nach dem Umschütteln erschienenen zwei Absorptionslinien (9,2—9,7 und 10,5—11,0) das Oxyhämoglobin bezeichnen.

Der Umstand, dass trotz der Gegenwart von Schwefelmethäoglobin beim Kohlenoxydblut bei Anstellung der Probe eine rein rothe Färbung erhalten wird, erklärt sich daraus, dass die rothe Färbung die olivengrüne verdeckt. Dieses geschieht um so leichter, als die äusserst fein vertheilten weissen Schwefelpartikelchen einen ausgezeichneten Hintergrund für die rothe Färbung abgeben und die rothe Färbung durch Reflex klar hervortreten lassen. — Die röthlichgraue oder grüngraue Farbe der normalen Blutlösung röhrt vorwiegend von schmutzig rothem oder olivengrünem Schwefelmethäoglobin und von rein violettröthem reducirtem Hämoglobin her; der ausgeschiedene Schwefel verleiht dieser Färbung einen helleren Ton. Es ist also wohl nicht zweifelhaft, dass der differente Farbenton der gemischten Blutlösung sich hauptsächlich — abgesehen von Nebenumständen — auf das Mengenverhältniss von Kohlenoxydhämoglobin, Hämoglobin und Schwefelmethäoglobin bezieht.

Der Rückstand im Filter hatte je nach den Bestandtheilen

<sup>1)</sup> Hoppe-Seyler, Phys. Chemie. S. 386.

des Blutes entweder eine schwach röhliche, schmutzig grünliche oder schmutzig weissliche Farbe, und seine Hauptmasse bestand fast nur aus ausgeschiedenem Schwefel.

Das Blut, welches Prof. Salkowski nach seiner Angabe vor 5 Jahren untersuchte und in zugeschmolzenen Glasröhren aufbewahrt hatte, ist heute noch so gut erhalten, dass man an der Farbendifferenz sofort ganz sicher unterscheiden kann, welche der beiden Blutproben kohlenoxydhaltig ist, welche nicht. Die spectroskopische Untersuchung der mir freundlichst zur Verfügung gestellten Röhren ergab Folgendes: Es zeigten sich bei der kohlenoxydhaltigen Blutlösung drei und bei der normalen zwei sehr schwache Absorptionslinien, welche mit der spectralen Erscheinung meiner Probe vollkommen übereinstimmten. Obwohl die Untersuchungsmethode und die Farbenerscheinung bei beiden Blutproben in der That eine von einander verschiedene war, so erhellt es doch aus dem gleichen spectralen Verhalten, dass eine verwandte Beziehung zwischen beiden Blutproben vorhanden ist. Mit anderen Worten: Das Product der Salkowski'schen Probe ist, abgesehen von dem Schwefel, gleich dem Product der meinigen.

Was die Empfindlichkeit dieser Blutprobe anbetrifft, so hatte ich mit dem Spectroskop und mit der in der Praxis am meisten genannten Hoppe-Seyler'schen Natronprobe vergleichende Untersuchungen auf die folgende Weise ausgeführt.

Zunächst theilte ich das zu untersuchende (desfibrinirte) Blut in zwei Portionen und leitete in die eine 1 Stunde lang Leuchtgas ein, um ein mit Kohlenoxydgas möglichst gesättigtes Blut zu erhalten. Dann bereitete ich zehn verschiedene Mischungen dieses kohlenoxydhaltigen Blutes mit dem nicht kohlenoxydhaltigen Blut in dem Verhältniss von 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6, 1:7, 1:8, 1:9 und 1:10 und stellte bei jeder Blutmischung drei vergleichende Untersuchungen an, d. h. die spectroskopische, die Hoppe-Seyler'sche und meine Blutprobe. Hierbei benutzte ich als Controle stets das nicht kohlenoxydhaltige, aus derselben Quelle stammende, normale Blut, da bei der Untersuchung des wenig kohlenoxydhaltigen Blutes die Controlprobe mit dem normalen Blut bei den geringen Farbendifferenzen dringend nothwendig ist.

Aus meinen auf diese Weise ausgeführten Versuchen will ich drei in folgender Tabelle hier angeben:

Aus dieser Tabelle ist es nun ersichtlich, dass das Spectroscop bei der Blutmischung von 1:4 schon beinahe seine Fähigkeit verlor, ein sichtbares Spectrum des Kohlenoxydhämaglobins zu erzeugen, dass die Hoppe-Seyler'sche Natronprobe bei dieser Mischung noch einen ziemlich deutlichen, aber bei der Mischung von 1:5 schon sehr geringen Farbenunterschied ergab, während er bei meiner Probe 1:5 immer deutlicher wurde, ja dass sogar eine Mischung von 1:7 eine zuweilen noch ziemlich deutliche Farbendifferenz zeigte.

Ich will nicht unerwähnt lassen, dass die Nuancirung der Farben bei Anstellung meiner Probe einem, jedoch immer nur geringen Wechsel unterliegt, deren Ursache ich dahingestellt seï lasse. Ungeachtet dieser kleinen Differenzen erweist sich die chemische Reaction des Kohlenoxydblutes, z. B. die Hoppe-Seyler'sche oder meine Probe, empfindlicher als die spectroskopische Untersuchung in Uebereinstimmung mit den Angaben von Fodor<sup>1)</sup>.

Trotzdem schliesse ich mich der Jäderholm'schen<sup>2)</sup> Ansicht an, welcher die gleichzeitige Ausführung der chemischen und spectroskopischen Untersuchung empfahl; ja in schwer zu entscheidenden Fällen möchte ich sogar dringend anempfehlen, verschiedene Blutproben zu gleicher Zeit auszuführen, da sich aus der Mehrzahl der nicht ganz deutlichen Reactionen in ihrer Gesamtheit dennoch mit Bestimmtheit ein ziemlich sicherer Schluss über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein des Kohlenoxyds im Blute ziehen lässt.

Wenn ich nun im Anschluss an das im Vorigen Mitgetheilte meine Folgerungen in Bezug auf die neue Blutprobe bei der Kohlenoxydvergiftung zusammenfasse, so ergeben sich hieraus folgende Schlussätze:

1) Diese neue Blutprobe wird angestellt, indem man vorschriftsmässig dem zu untersuchenden Blute orangefarbenes Schwefelammon und verdünnte Essigsäure hinzufügt.

<sup>1)</sup> Fodor, a. a. O.

<sup>2)</sup> Jäderholm, a. a. O.

Abstammung des Blutes.	Datum.	Alter des Blutes von der Section bis zur Untersuchung.	Mischungsverhältniss des Kohlenoxydblutes u. des normalen Blutes.	Farbenunterschied nach		Spectrales Verhältniss.
				meiner Probe.	der Hoppe- Seyler'schen Probe.	
I. Blut von einem an Ra- chen- u. Kehl- kopfdiphthe- rie gestorbe- nen Kinde.	24. Febr.	3 Tage	1 : 3	sehr deutlich	sehr deutlich	CO-Hämoglobin- streifen, keine Red. nach $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ . deutl. Red., CO-Hb- Streifen sichtbar. totale Red., keine CO-Hb-Streifen.
			1 : 4	sehr deutlich	deutlich	
			1 : 5	sehr deutlich	gering	
		5 Tage	1 : 6	deutlich	nicht mehr	
			1 : 7	ziemlich deutlich		
	26. Febr.	1 : 9	sehr gering	zieml. deutl.		deutl. Red., CO-Hb- Streifen in Spuren. totale Red.
			1 : 4	sehr deutlich	kaum sichtbar	
			1 : 5	deutlich	nicht mehr	
		1 : 7	gering		sichtbar	
			1 : 9	nicht mehr wahr- nehmbar		
II. Blut von der Leiche ei- ner Person, die an Morbus Addisonii ge- litten hatte.	27. Febr.	3 Tage	1 : 4	sehr deutlich	deutlich	deutl. Red., CO-Hb- Streifen in Spuren. totale Red.
			1 : 5	deutlich	gering	
			1 : 6	ziemlich deutlich	nicht mehr	
		1 : 7	anfangs kaum, nach 5—10 Min. ziemlich		wahrnehmbar	
			1 : 7	deutlich		
	2. März	7 Tage	1 : 9	nicht mehr wahr- nehmbar		totale Red.
			1 : 4	deutlich	gering	
			1 : 5	deutlich	nicht mehr	
		1 : 7	anfangs kaum, nach 5—10 Min. gering		wahrnehmbar	
			1 : 7			
III. Blut von der Leiche ei- ner Person, deren Todes- ursache mir unbekannt ist.	4. März	2 Tage	1 : 4	sehr deutlich	deutlich	deutl. Red., CO-Hb- Streifen noch sicht- bar. totale Red.
			1 : 5	sehr deutlich	zieml. deutl.	
			1 : 7	ziemlich deutlich	nicht mehr	
		1 : 9	kaum			
			1 : 4	sehr deutlich	zieml. deutl.	
	7. März	5 Tage	1 : 5	deutlich	kaum	fast totale Red.
			1 : 7	kaum	nicht mehr	
			1 : 8	nicht mehr		

2) Die Farbenreaction bei kohlenoxydhaltigem Blute ist hellzinnober- bis rosaroth und bei genuinem Blute grau, grüngrau bis röthlich-grüngrau. Natürlich schwankt die Farbenerscheinung je nach dem Kohlenoxydgehalt des Blutes mehr oder weniger innerhalb der beiden Grenzfärbungen.

3) Die Empfindlichkeit dieser Probe geht soweit, dass die Mischung des kohlenoxydhaltigen und nicht kohlenoxydhaltigen Blutes in einem Verhältniss von 1:5 einen deutlichen und in sehr günstigen Fällen in einem Verhältniss von 1:7 noch einen ziemlich deutlichen Unterschied zeigen kann.

4) Die nach der Probe erhaltene Flüssigkeit reagirt sauer und zeigt von dem ausgeschiedenen Schwefel durch Absetzung und Filtration getrennt bei dem einen Blut eine Verdoppelung des Kohlenoxydhämoglobin- und Schwefelmethämoglobinspectrums, während das andere gleichzeitig ein Spectrum von reducirtem Hämoglobin bezw. Oxyhämoglobin und Schwefelmethämoglobin erzeugt.

5) Das Spectrum der nach der Salkowski'schen Probe erhaltenen Flüssigkeit stimmt mit dem eben besprochenen gänzlich überein. Es scheint also, dass das Product dieser Probe dem der meinigen, abgesehen von dem Schwefel, gleichkommt.

Zum Schluss will ich noch einmal darauf aufmerksam machen, dass in der gerichtsärztlichen Praxis, insbesondere in einem schwer zu entscheidenden Falle, die gleichzeitige Ausführung der spectroskopischen und der chemischen Untersuchung (es ist besser, wenn man statt der einen zwei oder drei verschiedene gute Proben anwendet) dringend zu empfehlen ist, erstens, weil gewisse chemische Reactionen empfindlicher sind als das Spectroskop und zweitens, weil man aus den verschiedenen nicht ganz deutlichen Reactionen in ihrer Gesamtheit dennoch einen sicheren oder wenigstens wahrscheinlichen Schluss ziehen kann.

Zuletzt erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Prof. E. Salkowski für seine freundliche Unterstützung bei dieser Arbeit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.