Über den Nachweis des Kohlenoxyds mit Blut.

Von

Hartwig Franzen und O. v. Mayer.

(Mitteilung aus dem chemischen Institut der Universität Heidelberg.)

Gelegentlich einiger Vorlesungsversuche fiel es dem einen von uns auf, dass die Blutproben zum Nachweis des Kohlenoxyds viel schärfer waren, als in der Literatur angegeben ist. Diese Beobachtung gab uns Veranlassung, die vielen Blutproben, welche zum Nachweis des Kohlenoxyds empfohlen sind, nachzuprüfen, um ihre Schärfe mit Sicherheit festzustellen und dadurch die beste herauszufinden.

Die hierbei gemachten Erfahrungen seien in Folgendem kurz mitgeteilt.

Das für die Untersuchungen notwendige Kohlenoxyd wurde aus Ameisensäure durch Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure gewonnen, mit Kalilauge gewaschen und in gewöhnlichen Glasgasometern über Wasser als Sperrflüssigkeit aufbewahrt.

Das Kohlenoxydblut wurde in folgender Weise bereitet: Ein Glasrohr von etwa 500 *ccm* Inhalt, welches an beiden Enden durch zwei gewöhnliche Glashähne abgeschlossen werden konnte, wurde zunächst vollkommen mit Wasser gefüllt, dann mit dem Gasometer verbunden und nach Öffnen der beiden Hähne so viel Kohlenoxyd eintreten gelassen, dass noch 100 *ccm* Wasser in dem Rohr zurückblieben. Nun wurde nach Schliessen des oberen Hahnes das Wasser abgesaugt, dafür Blut eintreten gelassen, der obere Hahn geöffnet, der untere geschlossen und einige Zeit geschüttelt. Auf diese Weise erhält man ein ganz sicher mit Kohlenoxyd gesättigtes Blut.

Die Beobachtungen über die Schärfe der Proben wurden so ange stellt, dass beide Beobachter immer unabhängig von einander die kohlenoxydhaltigen Proben herausuchten. Auf diese Weise waren Täuschungen über die Schärfe ausgeschlossen.

Hoppe-Seyler's Natronprobe.¹⁾

Wird defibriniertes Blut mit dem gleichen oder doppelten Volumen Natronlauge vom spez. Gew. 1,3 versetzt und dann umgeschüttelt, so entsteht eine schwarze, schleimige Masse, die, in dünnen Schichten auf Porzellan gestrichen, grünbraun erscheint. Wird das Blut aber zuerst mit Kohlenoxyd gesättigt, dann mit Natronlauge versetzt und umgeschüttelt, so bildet sich eine fast geronnene Masse von roter Farbe, die in dünnen Schichten auf Porzellan gestrichen mennige- bis zinnoberrot erscheint.

Hoppe-Seyler gibt in seiner Vorschrift die Menge der anzuwendenden Natronlauge nicht genau an, sondern lässt einen Spielraum zwischen dem gleichen und dem doppelten Volumen. Da nun aber der Zusatz ungleicher Mengen Natronlauge möglicherweise Farbendifferenzen hervorrufen kann, wurden von uns zwei Versuchsreihen angestellt, einmal mit dem gleichen, das andere Mal mit dem doppelten Volumen Natronlauge. — Da die nach Hoppe-Seyler angestellten Blutproben beim Stehen ihren Farbenton ziemlich rasch ändern, ist es bei der Anstellung von Vergleichsproben erforderlich, dass jedesmal, wenn eine neue Verdünnung von Kohlenoxydblut untersucht werden soll, gleichzeitig eine Vergleichsprobe mit normalem Blute angestellt wird. Versäumt man diese Vorsichtsmaßregel, so ist man unter Umständen groben Täuschungen ausgesetzt. Vergleicht man eine Probe mit normalem Blut, welche zirka $\frac{1}{4}$ Stunde gestanden hat, mit einer frisch angestellten, so wird man bedeutende Farbenunterschiede feststellen, die in der einen Probe einen Kohlenoxydgehalt vortäuschen können. Besonders wichtig ist dieses Verhalten natürlich bei der Untersuchung von Blutproben mit ganz geringem Kohlenoxydgehalt. Da sich die Proben mit normalem Blute bei einigem Stehen dunkler färben, kann natürlich, wenn eine Probe mit geringem Kohlenoxydgehalt mit einer schon einige Zeit aufbewahrten Probe mit normalem Blut verglichen wird, in ersterer aus dem Farbenunterschiede auf Kohlenoxyd geschlossen werden, während gleichzeitig angestellte Proben kein Kohlenoxyd mehr erkennen lassen.

Mit Hilfe der Hoppe-Seyler'schen Natronprobe lässt sich bei Anwendung sowohl des gleichen, als auch des doppelten Volumens Natronlauge ein Gehalt von 5 ‰ Kohlenoxyd im Blut nicht mehr nachweisen, während bei einem Gehalt von 10 ‰ eben noch erkennbare

¹⁾ Virchow's Archiv 13, 104 (1858).

Farbendifferenzen auftreten. Jedoch sind bei allen untersuchten Verdünnungen die Farbenunterschiede mit dem doppelten Volumen Natronlauge schärfer als mit dem gleichen.

Um zu sehen, ob die Blutsorte auf die Schärfe der Hoppe-Seyler'schen Natronprobe einen Einfluss ausübt, wurde sie auch mit Schweineblut ausgeführt, während die vorhergehenden Untersuchungen mit Rinderblut angestellt worden waren. Es wurde gleichzeitig ein Versuch mit Rinderblut und mit Schweineblut gemacht und diese miteinander verglichen. Da sich aus den vorhergehenden Versuchen ergeben hatte, dass die Proben mit dem doppelten Volumen Natronlauge im allgemeinen bessere Resultate gaben, so wurde der Vergleich von Rinder- und Schweineblut mit dem doppelten Volumen Natronlauge ausgeführt.

Es stellte sich bei diesen Versuchen heraus, dass die Proben mit Schweineblut keine so guten Resultate geben wie die mit Rinderblut. Bei 20 % Kohlenoxyd im Blut sind eben noch erkennbare Farbendifferenzen vorhanden, während bei Rinderblut sich noch 10 % erkennen lassen.

Über die Empfindlichkeit der Hoppe-Seyler'schen Natronprobe liegen bisher folgende Angaben vor. Nach Kuivosi Katayama ist ein Farbenunterschied mit Sicherheit noch zu erkennen bei Mischungen von 1 Teil Kohlenoxydblut mit 4 Teilen normalem Blute, (20 % Kohlenoxyd enthaltendes Blut) mitunter auch noch bei Mischungen von 1 Teil Kohlenoxydblut mit 5 Teilen normalem Blute (zirka 17 % Kohlenoxyd enthaltendes Blut). Nach Kostin ist sie die empfindlichste von allen Farbenreaktionen auf Kohlenoxydblut. Nach unseren Untersuchungen ist sie noch empfindlicher, als die angeführten Autoren angaben.

Die Hoppe-Seyler'sche Natronprobe wird am besten in der Weise angestellt, dass man 5 *ccm* des auf Kohlenoxyd zu untersuchenden Blutes mit dem doppelten Volumen Natronlauge mischt und gut durchschüttelt; gleichzeitig wird eine Probe mit analogem Blut, welches sicher kein Kohlenoxyd enthält, angestellt; nach 10 Minuten langem Stehen werden die beiden Blutproben mit einander verglichen. Soll Kohlenoxyd in einem Gase mit Hilfe der Hoppe-Seyler'schen Natronprobe nachgewiesen werden, so ist es besser, mit Rinderblut als mit Schweineblut zu arbeiten, da die Empfindlichkeit der Reaktion bei Rinderblut bis zu 10 %, bei Schweineblut nur bis zu 20 % Kohlenoxyd enthaltendem Blut reicht.

Salkowki's Modifikation der Hoppe-Seyler'schen Probe.

Von F. Salkowski¹⁾ ist die Hoppe-Seyler'sche Natronprobe in der Weise modifiziert worden, dass sie nicht mit unverdünntem, sondern mit stark verdünntem Blute angestellt wird.

Wir haben die Probe in folgender Weise ausgeführt: 5 *ccm* Blut werden mit destilliertem Wasser auf 100 *ccm* verdünnt, 5 *ccm* dieser Lösung in einem Reagensglase mit dem gleichen Volumen Natronlauge versetzt und durchgeschüttelt. Auch bei dieser Probe wurden, ebenso wie bei der ursprünglichen, gleichzeitig mit dem kohlenoxydhaltigen Blut auch Versuche mit normalem Blute angestellt. Diese Vorsichtsmaßregel darf auch hier nicht versäumt werden, da die Proben bei einigem Stehen ihren Farbenton ändern.

Aus unseren Beobachtungen lässt sich folgendes über die Salkowki'sche Modifikation der Hoppe-Seyler'schen Natronprobe aussagen: Bei einem Gehalt bis zu 2,5 ‰ Kohlenoxyd im Blut ist direkt nach dem Mischen ein Farbenunterschied wahrnehmbar, während bei 1 ‰ Kohlenoxyd im Blut ein solcher erst nach 5 Minuten langem Stehen eintritt. Der Farbenunterschied wird nach 5 Minuten deutlicher, weshalb die endgültige Beobachtung am besten nach dieser Zeit vorgenommen wird. Die Salkowki'sche Modifikation ist bedeutend empfindlicher als die ursprüngliche Hoppe-Seyler'sche Vorschrift, während bei letzterer Farbenunterschiede nur bis zu 10 ‰ Kohlenoxyd im Blut zu erkennen sind, lassen sich bei ersterer solche noch bis zu 1 ‰ Kohlenoxyd wahrnehmen. Leider halten sich die Farbenunterschiede nicht sehr lange; nach sechsständigem Stehen ist bei 10 ‰ Kohlenoxyd im Blut, nach 24ständigem Stehen bei 20 ‰ eben noch ein Farbenunterschied wahrnehmbar, während nach 6 tägigen Stehen solche überhaupt nicht mehr zu bemerken sind.

Salkowki's Schwefelwasserstoffprobe.²⁾

Werden 20 bis 24 Tropfen oder 0,9—1 *ccm* normales Blut mit 50 *ccm* Wasser verdünnt und ein Teil der Lösung mit $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Volum gesättigtem Schwefelwasserstoffwasser versetzt, so tritt in wenigen Augenblicken Verfärbung ein, und nach einigen Minuten ist die Lösung unter Bildung von Schwefelmethämoglobin schmutzig grün geworden. In

1) Zeitschrift f. physiol. Chemie **12**, 227 (1888).

2) Zeitschrift f. physiol. Chemie **7**, 114 (1882).

gleichem Verhältnis verdünntes Kohlenoxydblut zeigt diesen Farbenwechsel nicht, es behält unverändert seine schöne, rote Farbe. In beiden Fällen entsteht nach einiger Zeit ein flockiger Niederschlag, der sich langsam absetzt. Aber trotz der Trübung ist der Farbenunterschied immer noch sehr deutlich, am besten bemerkt man die Verschiedenheit der Färbung, wenn man die Gläser stark schüttelt und nun den Schaum beobachtet; in dem einen Falle erscheint er schmutzig grün, in dem anderen schön rot.

Bei geringem Gehalt an Kohlenoxyd beobachtet man die Proben am besten in auffallendem Lichte. Man legt hinter das Reagensglas ein Stück weisses Papier, lässt das Licht senkrecht darauf fallen und betrachtet von vorne; auf diese Weise kann man oft noch sehr deutliche Farbenunterschiede sehen, die in durchfallendem Lichte vollständig verschwinden. 5 % Kohlenoxyd enthaltendes Blut gibt nach 4 bis 5 Minuten langem Stehen einen eben noch bemerkbaren Farbenunterschied. Beim Vergleich von Rinder- und Schweineblut zeigte es sich, dass das erstere etwas bessere Farbenunterschiede gibt.

Rubner's Bleiessigprobe.¹⁾

Wird Kohlenoxydblut und gewöhnliches Blut mit dem 4—5 fachen Volumen Bleiessig versetzt und etwa eine Minute kräftig geschüttelt, so bleibt das Kohlenoxydblut schön rot, während das normale Blut sich bräunlich färbt. Bei längerem Stehen werden die Farbenunterschiede grösser, bis das normale Blut allmählich schokoladefarben oder braun-grau geworden ist.

Wir haben die Proben in der Weise angestellt, dass 2 *ccm* Blut in einem Reagensglase mit 10 *ccm* Bleiessig versetzt und eine Minute kräftig durchgeschüttelt wurden. Bei der Rubner'schen Bleiessigprobe bilden sich nach dem Schütteln drei Schichten: zu unterst bildet sich eine trübe, hellrote Flüssigkeitsschicht, auf dieser schwimmt eine viel kleinere, dunkler rot gefärbte Gerinnselschicht und auf letzterer eine hellrot gefärbte Schaumschicht.

Nach unsern Beobachtungen lässt sich über die Rubner'sche Bleiessigprobe folgendes aussagen: Man stellt die Probe am besten in der Weise an, dass man 2 *ccm* Blut mit 10 *ccm* Bleiessig mischt, gut durchschüttelt, 6 Stunden stehen lässt und dann vergleicht. Unzulässig

¹⁾ Archiv der Hygiene 10, 397 (1890).

ist es, Vergleichsproben mit verschiedenen Blutsorten anzustellen, weil verschiedene Blutsorten ohne Kohlenoxyd oder mit gleichem Kohlenoxydgehalt verschiedene Farbentönungen geben. Was die Schärfe der Proben anbelangt, so ist nach Rubner eine Farbdifferenz noch bei Mischungen von 1 Teil Kohlenoxydblut mit 8 bis 9 Teilen normalem Blut (etwa 40 $\frac{0}{100}$ Kohlenoxyd im Blut) zu erkennen. Nach Kostin ist die Probe noch schärfer; nach ihm ist der Farbenunterschied noch deutlich bei Mischungen von 1 Teil Kohlenoxydblut mit 10 Teilen normalem Blut (zirka 9 $\frac{0}{100}$ Kohlenoxyd im Blut). Nach unseren Beobachtungen ist die Probe noch schärfer, als die beiden eben erwähnten Forscher angeben; sie ist schärfer bei Rinder- als bei Schweineblut. Bei Rinderblut sind nach 6 stündigem Stehen bis zu 5 $\frac{0}{100}$ Kohlenoxyd im Blut deutlich wahrnehmbar, während bei Schweineblut mit dem gleichen Gehalt an Kohlenoxyd eben noch ein Farbenunterschied erkennbar ist.

Was die Haltbarkeit der Farbenunterschiede anbelangt, so sollen sich letztere nach Rubner in verschlossenen Gläsern bis zu 3 Wochen halten. Wir haben gefunden, dass nach 33 Tagen in den offenen Reagensgläsern bei keiner Probe ein Farbenunterschied mehr wahrnehmbar ist, dass dagegen in zugeschmolzenen Reagensgläsern bei einem Gehalt bis zu 20 $\frac{0}{100}$ Kohlenoxyd im Blut noch deutliche Farbenunterschiede vorhanden sind.

Ferrocyankaliumprobe nach Kunkel und Welzel.¹⁾

Fügt man zu je 10 *ccm* unverdünntem Kohlenoxydblut und normalem Blut 15 *ccm* 20-prozentige Ferrocyankaliumlösung (diese Konzentration ist wesentlich) und 2 *ccm* oder 40 Tropfen Essigsäure (1 Teil Eisessig und 2 Teile Wasser) und schüttelt einige Male sanft um, so gibt das normale Blut einen schwarzbraunen, das Kohlenoxydblut einen intensiv hellroten Niederchlag. Starkes Schütteln muss vermieden werden. Das anfänglich gleichmäßig hellrote Koagulat des Kohlenoxydblutes zeigt am nächsten Tage in seinem oberen Teile einen 2 bis 3 *mm* breiten Streifen, dessen Farbe mit der des Koagulums des normalen Blutes identisch ist. Der Streifen schreitet im Laufe der Zeit allmählich immer weiter nach unten fort, so dass nach 6 Wochen nur noch die

¹⁾ Sitzungsber. der physikal.-mediz. Gesellsch. zu Würzburg 1888, S. 86.

unterste Partie hellrot ist; nach einigen weiteren Tagen ist auch dieser letzte Rest verschwunden.

Wir haben die Proben in genau derselben Weise, wie oben angegeben, angestellt, nur mit etwas geringeren Substanzmengen. 5 *ccm* Blut wurden mit 7,5 *ccm* 20-prozentiger Ferrocyankaliumlösung versetzt, 1 *ccm* Essigsäure von der oben angegebenen Konzentration hinzugefügt und umgeschüttelt. Eine Serie Proben wurde in offenen, eine andere in zugeschmolzenen Reagentgläsern angestellt.

Ist nicht genügend Blut vorhanden, um die Probe mit unverdünntem Blute auszuführen, so kann man nach Kunkel und Welzel auch mit verdünntem Blute arbeiten. Ein Teil Blut wird mit 4—10 Teilen Wasser vermischt und 10 *ccm* des so verdünnten Blutes mit 5 *ccm* Ferrocyankaliumlösung und 1 *ccm* oder 20 Tropfen Essigsäure versetzt. Kohlenoxydblut gibt einen hellkirschroten, normales Blut einen grauen Niederschlag.

Wir haben die Probe einmal mit der Verdünnung 1 Teil Blut plus 4 Teile Wasser, das andere Mal mit der Verdünnung 1 Teil Blut plus 10 Teile Wasser ausgeführt. Die Mischungsverhältnisse waren dieselben, wie die von Kunkel und Welzel angegebenen: 10 *ccm* Blut plus 5 *ccm* 20-prozentige Ferrocyankaliumlösung plus 1 *ccm* 33-prozentige Essigsäure. Die Proben wurden sowohl in offenen als auch in zugeschmolzenen Reagentgläsern angestellt.

Aus unseren Beobachtungen lässt sich über die Ferrocyankaliumprobe und ihre Modifikationen folgendes aussagen: Wird die Probe mit unverdünntem Blute angestellt, so lassen nur die Proben mit grösserem Kohlenoxydgehalt sofort nach dem Mischen gegen normales Blut Farbenunterschiede erkennen; diese Farbenunterschiede sind aber nicht sehr ausgeprägt, gute treten erst nach 4—5-stündigem Stehen auf, dann ist aber auch bis zu 2,5 $\frac{0}{10}$ Kohlenoxyd im Blut ein deutlicher Farbenunterschied vorhanden. In offenen Gläsern halten sich die Farbenunterschiede nicht sehr lange; in zugeschmolzenen Gläsern halten sie sich etwas länger, aber der Zeitunterschied ist nicht so gross, als dass es sich lohnte, die Proben einzuschmelzen. Nach 6 Tagen ist nur noch bei unverdünntem Kohlenoxydblut ein Farbenunterschied wahrnehmbar; die oberen Partien des Kohlenoxydblutes haben die Farbe des normalen Blutes angenommen, und nach 30 Tagen ist der Prozess so weit fortgeschritten, dass nur noch in den unteren Partien des Gerinnsels die

ursprüngliche Farbe des Kohlenoxydblutes vorhanden ist; nach 7 Wochen sind überhaupt keine Unterschiede mehr zu sehen.

Wird die Ferrocyankaliumprobe mit verdünntem Blute (1 Teil Blut plus 4 Teile Wasser) angestellt, so treten im Gegensatze zu dem unverdünnten Blute die Farbenunterschiede sofort nach dem Mischen mit aller Deutlichkeit hervor: sie sind bis zu 1 % Kohlenoxyd im Blut vorhanden. Während sich bei dem unverdünnten Blut über dem Gerinnsel keine Flüssigkeitsschicht abscheidet, tritt eine solche Abscheidung bei dem verdünnten Blute ein. Bei normalem Blute ist diese Flüssigkeitsschicht rein grün gefärbt, während sie bei kohlenoxydhaltigem Blut einen Stich ins Rote aufweist. Sind Farbenunterschiede an dem Gerinnsel nicht mehr zu erkennen, so treten sie dann doch noch an der überstehenden Flüssigkeit mit aller Deutlichkeit hervor. Bei den Proben mit verdünntem Blut halten sich die Farbenunterschiede nicht so gut wie bei unverdünntem Blut; schon nach 10 Minuten langem Stehen ist die Farbe des unverdünnten Kohlenoxydblutes etwas abgeblasst. Nach 6-stündigem Stehen sind die Farbenunterschiede noch in allen Proben, sei es nun am Gerinnsel oder an der überstehenden Flüssigkeit, zu sehen; aber selbst das unverdünnte Kohlenoxydblut hat seine am Anfang lebhaft rote Farbe verloren und einen graubraunen Farbenton angenommen. Nach 24 Stunden ist in den offenen Gläsern bei einem Gehalt bis zu 25 % Kohlenoxyd noch ein Farbenunterschied zu erkennen, während in den zugeschmolzenen bis zu einem Gehalt von 2,5 % Farbenunterschiede wahrnehmbar sind. Sollen die Proben mit verdünntem Blut längere Zeit beobachtet werden, so lohnt es sich immerhin, sie einzuschmelzen. Nach 28 Tagen ist bei keiner Probe ein Farbenunterschied mehr zu sehen. Gegen die Probe mit unverdünntem Blut hat die mit verdünntem den Nachteil, dass die Farbenunterschiede nicht so lange haltbar sind, dagegen den Vorteil, dass sie sofort nach dem Mischen mit aller Deutlichkeit hervortreten.

Ähnlich liegen die Verhältnisse, wenn das Blut noch stärker verdünnt wird (1 Teil Blut plus 10 Teile Wasser). Die Farbenunterschiede sind auch hier sofort nach dem Mischen mit aller Deutlichkeit zu erkennen, aber die Farbe des Kohlenoxydblutes ändert sich bei dieser Verdünnung noch rascher, als bei der vorhergehenden. Bis zu einem Gehalt von 2,5 % Kohlenoxyd ist noch ein deutlicher Farbenunterschied wahrnehmbar. Nach 6-stündigem Stehen ist nur noch bei unverdünntem Kohlenoxydblut ein Farbenunterschied zu erkennen und nach 4 Tagen

ist er nur noch in den zugeschmolzenen Reagensgläsern an der überstehenden Flüssigkeit zu sehen. Die Farbenunterschiede halten sich also nur verhältnismäßig kurze Zeit; es dürfte sich empfehlen, die Ferrocyankaliumprobe mit der Blutverdünnung 1 : 4 anzustellen.

Was nun den Vergleich von Rinder- und Schweineblut anbelangt, so stellte sich im allgemeinen heraus, dass ersteres viel deutlichere Farbenunterschiede gibt als letzteres. Zum Nachweis von Kohlenoxyd mit Hilfe der Ferrocyankaliumprobe dürfte Rinderblut geeigneter sein als Schweineblut.

Tanninprobe nach Kunkel und Welzel.¹⁾

Fügt man zu normalem und Kohlenoxydblut, die mit dem vierfachen Volumen Wasser verdünnt worden sind, das dreifache Volumen einer 1-prozentigen Tanninlösung und schüttelt um, so erscheinen bei oberflächlicher Betrachtung beide Gläschen gleichmäßig hellrot gefärbt, bei genauerem Zusehen zeigt aber das Kohlenoxydblut einen Stich in's Gelbliche. Der Unterschied in der Färbung der beiden Proben wird bei längerem Stehen deutlicher, der Niederschlag des normalen Blutes wird allmählich bräunlich, dann braungrau und schliesslich nach 24 bis 48 Stunden grau, während der Niederschlag des Kohlenoxydblutes seine karmoisinrote Farbe beibehält. Sind nur ganz geringe Mengen von Kohlenoxydhämoglobin in dem zu untersuchenden Blute vorhanden, so kann man bei der Tanninprobe oft erst nach 24, mitunter erst nach 48 Stunden einen Unterschied in der Färbung bemerken.

Wir haben die Proben in folgender Weise angestellt: 5 *ccm* Blut (1 Teil Blut und 4 Teile Wasser) wurden in einem Reagensglase mit 15 *ccm* einer 1-prozentigen Tanninlösung unter heftigem Umschütteln gemischt; die Proben wurden sowohl in offenen als auch in geschlossenen Reagensgläsern angestellt.

Aus unseren Versuchen ergab sich, dass die Tanninprobe ausserordentlich scharf ist, dass man mit ihrer Hilfe noch 1 ‰ Kohlenoxyd im Blut mit aller Sicherheit nachweisen kann. Nach den Angaben der Entdecker ist sie eben so scharf wie die Ferrocyankaliumprobe: Mischungen von Kohlenoxydblut mit normalem Blute von 1 : 10 (10 ‰ Kohlenoxyd enthaltendes Blut) geben noch eine deutliche, Mischungen von 1 : 12 (etwa 8 ‰ Kohlenoxyd enthaltendes Blut) noch eine wahrnehmbare Reaktion.

1) Sitzungsber. d. physikal.-mediz. Gesellsch. zu Würzburg 1888, S. 86.

Nach Kostin ist die Schärfe der Tanninprobe noch bedeutend grösser. Der Farbenunterschied ist nach ihm mit voller Deutlichkeit zu bemerken, wenn das Kohlenoxydblut mit der 20-fachen Menge normalen Blutes verdünnt ist (5 $\frac{0}{100}$ Kohlenoxyd im Blut), während nach unseren Erfahrungen selbst 1 $\frac{0}{100}$ Kohlenoxyd im Blut mit aller Schärfe nachgewiesen werden kann. Die Beobachtung nimmt man am besten nach 6 Stunden vor, direkt nach dem Mischen sind kaum Farbenunterschiede vorhanden; aber auch noch nach 24 Stunden sind bis zu einem Gehalt von 1 $\frac{0}{100}$ Kohlenoxyd die Farbenunterschiede mit aller Deutlichkeit wahrnehmbar.

Bei der Tanninprobe ist es ganz einerlei, welche Blutsorte man anwendet. Wir erhielten, was die Schärfe anbelangt, mit Rinder-, Kalbs-, Schweine- und Hammelblut genau dieselben Resultate; nur darf man nicht verschiedene Blutsorten zu Vergleichsproben benutzen.

Die Tanninprobe ist von Schulz¹⁾ etwas modifiziert worden. 2 *ccm* des zu untersuchenden Blutes und 8 *ccm* Wasser werden in ein Reagensglas gegeben, das Reagensglas wird mit dem Finger verschlossen und durch einmaliges Umkehren Mischung herbeigeführt. Zu dieser Mischung werden 10 *ccm* einer 3-prozentigen Tanninlösung hinzugegeben, das Reagensglas wird mit dem Finger verschlossen und der Inhalt durch eine, höchstens zwei kräftige, schlagartige Armbewegungen gemischt. Es bilden sich zunächst sowohl in kohlenoxydhaltigem, als auch in normalem Blute Gerinnsel von roter Farbe; bei normalem Blute nimmt das Gerinnsel allmählich eine graubraune Farbe an, während bei Kohlenoxydblut die rote Farbe bestehen bleibt.

Wir haben die Schulz'sche Modifikation mit der ursprünglichen Tanninprobe verglichen und gefunden, dass sie dieselbe Schärfe besitzt. Nach 6-stündigem Stehen ist bis zu einem Gehalt von 1 $\frac{0}{100}$ Kohlenoxyd ein deutlicher Farbenunterschied wahrnehmbar, während Schulz selbst als unterste Grenze 10 $\frac{0}{100}$ Kohlenoxydblut angibt. Nach unseren Erfahrungen sind die nach der Schulz'schen Modifikation angestellten Proben sofort nach Zugabe der Tanninlösung etwas dicker, so dass sie sich nicht so gut mischen lassen; auch sind die so erhaltenen Farben nicht besonders klar; deshalb ist die ursprüngliche Probe vorzuziehen.

¹⁾ Zeitschrift f. Medizinalbeamte 8, 529 (1895).

Die Proben von Landois¹⁾, die Kupferprobe von Zaleski²⁾ und die Chininprobe von Horoszkiewicz und Marx³⁾ reichen in Bezug auf Schärfe bei weitem nicht an die bisher besprochenen heran, so dass sie nicht zu empfehlen sind.

Zum Schluss seien noch einmal kurz die Beobachtungen über die Schärfe der verschiedenen Proben zusammengefasst.

Die Hoppe-Seyler'sche Natronprobe lässt noch Farbenunterschiede bei einem Gehalt von 10 $\frac{0}{0}$ Kohlenoxyd im Blut erkennen, während die Salkowki'sche Modifikation viel schärfer ist und noch 1 $\frac{0}{0}$ Kohlenoxyd im Blut mit Sicherheit nachzuweisen gestattet. Die Salkowki'sche Schwefelwasserstoffprobe gibt noch Farbenunterschiede bis zu 5 $\frac{0}{0}$ Kohlenoxyd im Blut, und dieselbe Schärfe besitzt die Rubner'sche Bleiessigprobe. Wieder bedeutend schärfer sind die Ferrocyankalium- und die Tanninprobe, welche noch 1 $\frac{0}{0}$ Kohlenoxyd im Blut zu erkennen gestatten. Die Schulz'sche Modifikation der Tanninprobe ist der ursprünglichen nicht vorzuziehen. Die Proben von Landois, Horoszkiewicz und Marx und die von Zaleski kommen für den Nachweis kleiner Mengen Kohlenoxyd überhaupt nicht in Betracht.

Die schärfsten Proben sind also die Hoppe-Seyler'sche Natronprobe in der Modifikation von Salkowski, die Ferrocyankaliumprobe und die Tanninprobe, welche alle drei mit Sicherheit 1 $\frac{0}{0}$ Kohlenoxyd im Blut nachzuweisen gestatten. Während sich aber die Farbenunterschiede bei der Tanninprobe erst nach mehrstündigem Stehen ausbilden, sind sie bei der Salkowki'schen Modifikation der Hoppe-Seyler'schen Natronprobe und bei der Ferrocyankaliumprobe schon nach ganz kurzer Zeit mit aller Deutlichkeit zu sehen, so dass diese beiden Proben für den praktischen Nachweis kleiner Mengen Kohlenoxyd am meisten zu empfehlen sind.

1) Deutsche medizinische Wochenschrift 18, 996 (1892).

2) Zeitschrift f. physiolog. Chemie 9, 225 (1885).

3) Berliner klinische Wochenschrift 1906, S. 1156.