

Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Universität Kiel  
(Direktor: Prof. Dr. med. W. HALLERMANN)

## **Der Kohlenoxydnachweis mit den Mitteln der chromometrischen Gasanalyse\***

Von

**VOLKMAR SACHS**

Mit 2 Textabbildungen

*(Eingegangen am 28. Oktober 1955)*

Es ist bei der gerichtlichen und berufsgenossenschaftlichen Leichenöffnung für das vorläufige Gutachten oft von großer Bedeutung, schon am Sektionsort approximativ quantitative Angaben über den Grad der Hämoglobinvergiftung durch CO machen zu können. Mit den bekannten CO-Bestimmungsmethoden ist dies jedoch nicht oder nur unzureichend und unter größeren Schwierigkeiten der Fall, da sie sämtlich einen mehr oder weniger großen, an ein Labor gebundenen apparativen Aufwand erfordern. Insofern rechtfertigt es schon dieser besondere Gesichtspunkt, den zahlreichen, in der forensischen Praxis bewährten, schnell und einfach aber nur in einem Laboratorium auszuführenden Methoden eine weitere an die Seite zu stellen.

Angeregt durch HOSCHEKS zufriedenstellende Ergebnisse beim quantitativen Trichloräthylennachweis mittels Tri-Prüfröhrchen an Leichenorganen erschien uns nach orientierenden Vorversuchen das CO-Prüfröhrchen der Drägerwerke Lübeck für unseren Zweck gut geeignet.

Das nach dem Prinzip der chromometrischen Gasanalyse arbeitende Prüfröhrchen bedient sich der Farbreaktion der auf Raumtemperatur umgestellten Jodpentoxyd-SO<sub>3</sub>-Methode nach TAUSS-JUNGMANN. Zwischen dem CO-Gehalt der Prüfluft und der Ausdehnung der Grünfärbung im Röhrchen bestehen gesetzmäßige Zusammenhänge. Bei einem Durchströmungswiderstand von 80—100 mm Quecksilber und einer Durchströmungsgeschwindigkeit von 1 Liter je Minute ist das Röhrchen auf eine Prüfluftmenge von 1 Liter geeicht und zeigt den CO-Gehalt dieser Prüfluft in Volumenprozent an. Der paraboloiden Verlauf der Eichkurve des Röhrchens, der dann entsteht, wenn man den CO-Gehalt des Liters Prüfluft in Volumenprozent zur Ausdehnung in Millimeter der Grünfärbung in der Reaktionsschicht in Beziehung setzt, bedingt, daß die größte Anzeigegenauigkeit in dem Bereich liegt, in dem die Kurventangente ein Steigungsmaß von 45° hat, das ist etwa zwischen 0,001 und 0,005 Volumenprozent der Röhrchenskala der Fall.

\* Vortrag gelegentlich der Tagung der deutschen Gesellschaft für gerichtliche und soziale Medizin in Düsseldorf 1955.

Die für die CO-Bestimmung im Blut erforderliche Apparatur (Abb. 1) ist einfach und kann mit dem Sektionsbesteck mitgeführt werden. Sie besteht aus einem mit 2 Zweiwegehähnen sowie einem Handgebläse versehenen Einfüllgerät, einem Perlonbeutel, wie er auch zur Atemalkoholbestimmung benutzt wird, dem Prüfröhrchen und aus einer Balgsaugpumpe. Die Abmessung der zu untersuchenden Blutmenge und des zur Freisetzung des Kohlenoxyds erforderlichen Kaliumferri-cyanids und der Milchsäure kann ohne Schwierigkeiten mit einer Glasspritze, einer Pipette oder einem graduierten Reagensglas vorgenommen werden.

Methodisch geht man so vor, daß der 1 Liter fassende Perlonbeutel je nach CO-Gehalt des zu untersuchenden Blutes mit 0,25 bis 2 bei sehr niedrigen CO-Gehalten mit 4 ml des betreffenden Blutes beschickt wird. Unter Luft-

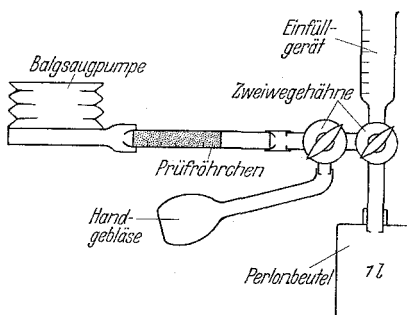


Abb. 1. Schematische Darstellung der Apparatur

abschluß erfolgt sodann durch Zusatz von Kaliumferri-cyanid und Milchsäure unter kräftigem Schütteln des Beutels die Freisetzung des Kohlenoxyds aus dem Blute, worauf der Beutel durch das Handgebläse ganz mit Luft gefüllt wird. Mit dem so erhaltenen CO-Luftgemisch wird schließlich mittels der Balgsaugpumpe das Röhrchen durchströmt.

Aus der Röhrchenanzeige in Vol.-%, des Liters Prüfluft, die der Ausdehnung der zusammenhängenden Grünfärbung in der Reaktionsschicht entspricht, läßt sich der absolute Gehalt an CO der untersuchten Blutmenge leicht ermitteln und ohne Schwierigkeit unter Berücksichtigung des Hb-Gehaltes auf Sättigungsprozente umrechnen.

Es empfiehlt sich, die erste Bestimmung mit 1 ml Blut vorzunehmen und dann dem ermittelten CO-Gehalt entsprechend bei einer Kontrolluntersuchung die Blutmenge so zu wählen, daß der günstigste Anzeigebereich des Röhrchens zwischen 0,001 und 0,005 Vol.-% erreicht wird.

Bei der Berechnung des prozentualen COHb-Gehaltes wird man im allgemeinen von einem mittleren Hämoglobingehalt von 14,4 g-% = 90% ausgehen dürfen. Bestehen dagegen Bedenken, so kann mit dem Hämometer leicht eine genaue Hb-Bestimmung ausgeführt und der Berechnung zugrunde gelegt werden.

Zur Ermittlung der Fehlerbreite haben wir in jeweils 10—30 Einzeluntersuchungen verschieden CO-gesättigte Testblute zwischen 5 und 100% COHb geprüft. Der relative mittlere Fehler lag dabei je nach Sättigungsgrad zwischen  $\pm 6$  und  $\pm 14$ , im Mittel bei  $\pm 10\%$ , wie dies

die Tabelle 1 in Spalte 4 zeigt. Damit dürfte eine forensisch ausreichende Genauigkeit erzielt sein.

Weitere Untersuchungen von Bluten CO-Vergifteter unter gleichzeitiger Kontrolle mit der von SCHWED modifizierten WOLFFschen Methode zeigten im Bereich der Fehlerbreite gute Übereinstimmung.

Tabelle 1. Mittelwerte der Meßergebnisse in Prozent CO Hb, Meßhäufigkeit, Standardabweichung, relativer mittlerer Fehler in Prozent und Streuung der bekannten Kohlenoxydhämoglobinlösungen

Testblute COHb	Anzahl der Untersuchungen H	Mittelwert, Standardabweichung	Relativ mittlerer Fehler $\frac{100 \cdot s}{\bar{x}}$	Streuung
%		$\bar{x} \pm s$	%	$s^2$
5	10	$5 \pm 0,5$	$\pm 10$	0,25
10	10	$11 \pm 1,5$	$\pm 14$	3
20	10	$21 \pm 2,5$	$\pm 11$	6
50	30	$49 \pm 6$	$\pm 12$	36
75	15	$77 \pm 5$	$\pm 7$	25
100	10	$98 \pm 5,5$	$\pm 6$	27

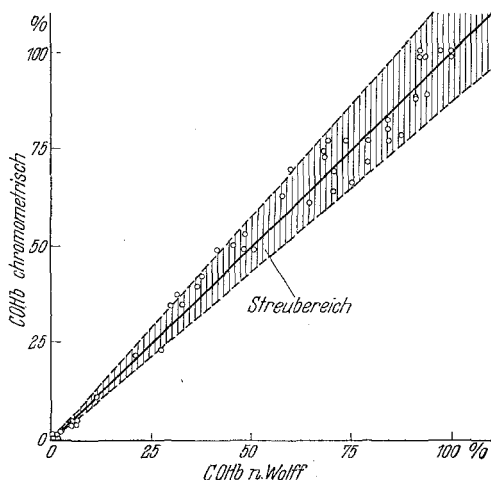


Abb. 2. Vergleichende Darstellung der gleichzeitig chromometrisch und nach WOLFF bestimmten Kohlenoxydhämoglobinkonzentrationen unbekannter Blute

Das vergleichende Diagramm (Abb. 2), in welchem auf der Abszisse die nach WOLFF, auf der Ordinate die mit dem Prüfröhrchen gewonnenen Werte in Sättigungsprozenten angegeben sind, und in dem bei völliger Übereinstimmung alle Werte auf der Winkelhalbierenden der Koordinaten liegen müßten, zeigt deutlich, daß die Ergebnisse sich dicht um diese Gerade scharen und innerhalb der Fehlerbreite beider Methoden, die durch gestrichelte Linien markiert ist, als übereinstimmend angesehen werden dürfen.

Wir glauben danach feststellen zu können, daß die chromometrisch gasanalytische CO-Bestimmung bei schneller und einfacher Ausführung dem auswärtigen Obduzenten an Ort und Stelle forensisch hinreichend genaue Ergebnisse zu liefern vermag und auch in der Klinik

in Fällen von CO-Vergiftung als Schnellmethode Anwendung finden kann.

### Literatur

BANGERT, F.: Überwachung der Atemluft auf toxische Beimengungen am Arbeitsplatz. Verh. dtsch. Ges. Arbeitsschutz 2, 240 (1954). — CASTAGNOU, R.,

et H. GOLSE: Betrachtungen über die Kohlenoxydbestimmung im Blut nach der WOLFFschen Methode. Arch. Mal. profess. **13**, 39 (1952). — *Dräger Werke*: Das Gasspürgerät 19/31 2. Ausgabe, Lübeck, Aug. 1954 und das CO-Prüfröhrchen „0,001%“, 10. Ausg. Lübeck, November 1954. — FISCHINGER, O.: Bestimmung kleiner Kohlenoxydmengen in Blutgasen mittels der Jodpentoxydmethode. Abh. Hyg. **1936**, 131. — GETTLER, A. O., and H. C. FREMUTH: Eine einfache Kohlenoxydbestimmungsmethode im Blut. Amer. J. Clin. Path. **13**, H. 9 (1934). — GROSSKOPF, K.: Technische Untersuchung von Gasen und Flüssigkeiten durch chromometrische Gasanalyse. Angew. Chem. **1951**, 306. — HAUSDORF, G.: Kohlenoxyd im Blut. Dtsch. med. J. **1955**, 597. — HEILMEYER, L.: Medizinische Spektrophotometrie. Jena 1933. — HOSCHECK, R.: Tödliche, akute Trichloräthylenvergiftung mit Nachweis des Giftes an der Leiche. Arch. Toxikol. **14**, 2 (1953). — JONSSON, B.: Colorimetrische Schnellbestimmung des Kohlenoxydgehaltes im Blut. Sv. Läkartidn. **1941**, 496. — LUSZCAK, A.: Zur Kohlenoxyd-Hämoglobin-Bestimmung mittels des KÖNIG-MARTENSSchen Spektralphotometers. Abh. Hyg. **1936**, 131. — MARQUARD, W.: Eine einfache approximative quantitative Kohlenoxydbestimmung im Blut. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **40**, 385 (1951). — IM OBERSTEG, J., u. M. KANTER: Quantitative Kohlenoxydbestimmungen in Blutspuren. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **40**, 283 (1951). — OETTEL, H.: Einfache stufenphotometrische CO-Hb-Bestimmung für klinische und forensische Zwecke. Klin. Wschr. **1938**, 1019. — ROUGHTON, F. J. W.: Eine einfache genaue Methode zur Bestimmung von Kohlenoxyd im Blut. J. of Biol. Chem. **137**, 617 (1941). — RUSZNIK, ST., u. E. B. HATZ: Maßanalytische Bestimmung des Hämoglobins. Z. analyt. Chem. **97**, 242 (1934). — SALT, H. B.: Mikrophotometrische Bestimmung von Kohlenoxydhämoglobin im Blut. The Analyst **76**, 344 (1951). — SCHMIDT, O.: (a) Der gasanalytische Nachweis kleinster Kohlenoxydmengen im Blut. Z. klin. Med. **136**, 151 (1939). — (b) Untersuchungen über Kohlenoxyd-Hämochromogene. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **32**, 404 (1939). — SCHWERD, W.: (a) Zur quantitativen Kohlenoxydbestimmung im Blut. Münch. med. Wschr. **1954**, 1098. — (b) Kohlenoxydbestimmung im Leichenblut. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **44**, 249 (1955). — (c) Kohlenoxydbestimmung im Blut mit dem Spektralphotometer. Arch. Toxikol. **15**, 298 (1955). — SEIFERT, P., u. L. SCHMIEDER: Zur Frage der quantitativen Kohlenoxydbestimmung im Blut. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **41**, 243, 435 (1952). — SLYKE, D. D. VAN, A. HILLER, J. A. WEISINGER and F. W. O. CRUZ: J. of Biol. Chem. **78**, 807 (1928); **166**, 121 (1946). — THOENES, H. W.: Das Wösthoff-Gerät. Zbl. Arbeitsmed. u. Arbeitsschutz **4**, 172 (1954). — WAGNER, K.: Zum Nachweis geringer Kohlenoxydhämoglobinkonzentrationen. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **35**, 69 (1942). — WOLFF, E.: Eine einfache und schnelle Methode zur Bestimmung kleiner Kohlenoxydmengen im Blut. Sv. Läkartidn. **1941**, 492. — Ann. Méd. lég. ect. **27**, 221, (1947). — Acta med. leg. et soc. **1**, Nr 2 (1948).

Dr. med. VOLKMAR SACHS, Institut für gerichtliche und soziale Medizin  
der Universität Kiel, Hospitalstr. 42