

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

## **Chromometrische Kohlenoxydbestimmungen in faulem Blut**

Kurze Mitteilung

Von

**V. SACHS und G. DRÖGEMEIER**

*(Eingegangen am 1. November 1960)*

Die Schwierigkeiten, mit welchen man bei der Bestimmung des Kohlenoxydgehaltes in Leichenblut, insbesondere faulem Blut, rechnen muß, hat SCHWERT vor einiger Zeit in einer zusammenfassenden Übersicht aufgezeigt. Die photometrischen Methoden versagen völlig. Man ist auf in der Regel recht umständliche gasanalytische Verfahren angewiesen. Verhältnismäßig einfach und für forensische Zwecke völlig ausreichend ist dagegen die von SCHWERT modifizierte WOLFFsche Methode, die jedoch auch an ein Laboratorium (temperaturkonstantes Wasserbad, Filtration, CO-gesättigtes Frischblut) gebunden ist.

Unter dem Gesichtspunkt, daß ein Nachweisverfahren dann als optimal angesehen werden darf, wenn mit dem geringsten Aufwand eine für den vorgesehenen Zweck ausreichende Genauigkeit erzielt wird, haben wir faules Blut nach der von uns früher angegebenen chromometrischen Methode (SACHS) auf seinen CO-Gehalt hin untersucht. Die CO-Bestimmung mit den Mitteln der chromometrischen Gasanalyse ist denkbar einfach und jederzeit an jedem beliebigen Ort sowie unabhängig von den apparativen Einrichtungen eines Laboratoriums ausführbar.

Insgesamt 33 kohlenoxydhaltigen Proben unseres forensischen Eingangs, die 6—36 Monate alt und nach Aussehen und Geruch sicher faul waren, wurde zunächst, sofern dies noch möglich war, der Hämoglobingehalt nach SAHLI und vergleichsweise photometrisch bestimmt. (In fünf Proben war eine Ermittlung der Hämoglobinkonzentration nicht mehr möglich!). Sodann wurde als Mittel aus Doppel-, teilweise Dreifachanalysen der CO-Gehalt der Proben chromometrisch sowie parallel nach WOLFF in der Modifikation von SCHWERT bestimmt. (Die fünf Proben, in welchen der Blutfarbstoff nicht bestimmbar war, ergaben auch bei der Untersuchung nach WOLFF/SCHWERT keine brauchbaren Werte; die Filtrate waren sämtlich trüb und schmutzig-rötlich gefärbt.)

Um von der möglicherweise undurchführbaren Hämoglobinbestimmung unabhängig zu sein, wurden alle 33 Proben schließlich durch Einleiten von reinem CO (an Stelle von reinem CO kann Leuchtgas verwendet werden) gesättigt und erneut der CO-Gehalt chromometrisch gemessen. Die dabei erhaltenen Werte wurden als „100% COHb“ gesetzt und die vordem chromometrisch erzielten Ergebnisse darauf

Tabelle 1a. *Prozentuale COHb-Gehalte von 28 faulen Blutproben; chromometrisch bezogen auf den Sättigungswert, chromometrisch und nach WOLFF/SCHWERD bezogen auf den festgestellten Hb-Gehalt.*

Die angegebenen Zahlen wurden aus zwei bis drei Einzelbestimmungen gemittelt und aufgerundet. Die Streuungen der Einzelmessungen lagen bei maximal  $\pm 15\%$  um den Mittelwert.

Proben-Nr.	% Kohlenoxydhämoglobin			Proben-Nr.	% Kohlenoxydhämoglobin		
	chromometrisch		nach WOLFF/SCHWERD		chromometrisch		nach WOLFF/SCHWERD
	bezogen auf Sättigungswert	bezogen auf Hb-Gehalt			bezogen auf Sättigungswert	bezogen auf Hb-Gehalt	
1	0	0	3	15	70	69	70
2	25	24	25	16	73	81	67
3	36	38	44	17	78	78	83
4	43	40	44	18	79	84	87
5	44	45	47	19	82	74	76
6	46	44	43	20	82	87	89
7	50	47	42	21	83	86	75
8	50	47	53	22	85	86	70
9	62	62	62	23	86	88	90
10	67	69	57	24	88	89	83
11	67	71	68	25	91	80	76
12	68	66	75	26	91	85	96
13	69	71	71	27	92	85	100
14	70	65	69	28	93	83	80

bezogen. Die jeweils drei Bestimmungsergebnisse der 28 ersten Proben sind in Tabelle 1a, die der fünf letzten Proben in Tabelle 1b nach steigendem Gehalt notiert.

Tabelle 1b. *Prozentuale COHb-Gehalte von fünf faulen Blutproben, in welchen der Hämoglobingehalt nicht bestimmbar war.*

Die chromometrischen Meßwerte wurden auf das chromometrische Ergebnis nach Sättigung mit CO bezogen.

Proben-Nr.	% COHb	Meßwert	Sättigungswert
29	55	27	47
30	63	47	74
31	62	47	75
32	39	51	130
33	57	74	130

Betrachten wir zunächst die Tabelle 1b, so gewinnt man den Eindruck, daß sich selbst dann, wenn der Hämoglobingehalt nicht mehr feststellbar ist, durch Vergleich mit dem Sättigungswert chromometrisch noch brauchbare Ergebnisse erzielen lassen.

Ein orientierender Überblick über die Werte der Tabelle 1a zeigt, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, gute Übereinstimmung der Durchschnittswerte der drei verschiedenen Verfahren.

Um sicherzugehen, daß die beobachteten Differenzen zwischen den Verfahren nicht signifikant, sondern bloß zufällig sind, haben wir die Werte einer doppelten Streuungszerlegung unterzogen. Diese besonders wirksame Methode durfte hier angewendet werden, da die Untersuchungen stets am gleichen Objekt vorgenommen wurden. Das Ergebnis ist aus Tabelle 2 zu ersehen.

Tabelle 2. Streuungszerlegung der nach drei verschiedenen Verfahren erhaltenen COHb-Bestimmungsergebnisse von 28 faulen Blutproben.

Art der Streuung	Summe der Abweichungsquadrate	Freiheitsgrade	Durchschnittsquadrate (DQ)
Zwischen den Zeilen (Proben) . . . . .	39561,65	27	1465,25
Zwischen den Spalten (Verfahren) . . . .	16,50	2	7,75
Rest (Versuchsfehler) . . . . .	1097,17	54	20,32
Gesamt . . . . .	40674,32	83	—

$$F = \frac{\text{DQ zw. Spalten}}{\text{DQ Rest}} = \frac{775}{2032} = 0,381.$$

$$F_{\beta 0,05} (f_1 = 2; f_2 = 54) = 3,17; F < F_{\beta 0,05}.$$

Der Rest in Tabelle 2, der dann verbleibt, wenn man die Streuung eliminiert, die durch Unterschiede von Probe zu Probe in jeder Spalte und diejenige, die durch Unterschiede von Bestimmungswert zu Bestimmungswert in jeder Zeile bedingt ist, mißt die Wechselwirkung zwischen Zeilen und Spalten. Nun kann in unserem Versuch von einer Wechselwirkung, einem Einfluß der Proben auf die Meßverfahren und umgekehrt, sicher keine Rede sein. Wenn dennoch eine Reststreuung vorhanden ist, so kann sie nur durch den Versuchsfehler, also durch die Streuung der Bestimmungsmethoden hervorgerufen worden sein. An ihr läßt sich mit Hilfe der F-Verteilung messen, ob die Unterschiede der Werte in jeder Zeile von Spalte zu Spalte signifikant sind, oder ob sich die Ergebnisse der drei Spalten so verhalten, als gehörten sie alle der gleichen Grundgesamtheit an.

Tatsächlich bleibt das aus dem Durchschnittsquadrat zwischen den Spalten und dem Durchschnittsquadrat des Restes gebildete F weit unter der schwächsten Schranke  $F_{\beta}$  mit  $\beta = 5\%$ , die mindestens überschritten werden müßte, um eine echte Differenz zu vermuten.

Wir dürfen auf Grund dieser Untersuchung also feststellen, daß unter Berücksichtigung der methodischen Streuung die chromometrisch in faulem Blut bestimmten CO-Gehalte im Durchschnitt mit den nach WOLFF/SCHWERD erzielten Ergebnissen übereinstimmen und wir dürfen annehmen, daß auch dann, wenn der Hämoglobingehalt nicht mehr bestimmbar ist, durch Vergleich der ersten chromometrischen Resultate mit denen nach CO-Sättigung der Probe noch brauchbare Werte erhalten werden.

#### Literatur

- SACHS, V.: Der Kohlenoxydnachweis mit den Mitteln der chromometrischen Gasanalyse. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **45**, 68 (1956).  
 — Eine einfache Methode zur schnellen Bestimmung des Kohlenoxydgehaltes im Blut. Drägerhefte **1959**, 5142.  
 SCHWERD, W.: Zur quantitativen Kohlenoxydbestimmung im Blut. Münch. med. Wschr. **1954**, 1098.  
 — Kohlenoxydbestimmung im Leichenblut. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **44**, 249 (1955).  
 WOLFF, E.: En enkel og kändlig metod för pavisande a sma mängder koloxid i blod. Svenska Läk.-Tidn. **1941**, 492.

Dr. V. SACHS, Kiel, Hospitalstr. 42,  
 Institut für gerichtl. u. soz. Med. der Universität