

---

Zander/Mertzluft (Hrsg.), Der Sauerstoff-Status des arteriellen Blutes,  
Symp. Mainz 1986, pp. 149–153 (Karger, Basel 1988)

## Bestimmung der Hb-Konzentration sowie der Derivate COHb und MetHb mit Oxymetern

*R. Zander*

Physiologisches Institut der Universität Mainz, BRD

### *Einleitung*

Zusätzlich zur Bestimmung der Sauerstoff-Sättigung einer Blutprobe bieten neuere Mehrwellenlängen-Oxymeter (sogenannte CO- oder Häm-Oxymeter) die Möglichkeit, die Hämoglobin-Konzentration (cHb, g/dl) sowie die Konzentration von Carboxy-Hämoglobin (COHb, %) und Met-Hämoglobin (MetHb, %) zu messen. Während die Hb-Konzentration mit einer Reihe anderer Verfahren und Geräte bestimmt werden kann, stellen Oxymeter zur Bestimmung der Derivate COHb und MetHb heute die Methode der Wahl dar. Aus diesem Grunde sollte stellvertretend für alle vergleichbaren Geräte das CO-Oxymeter 2500 (Ciba Corning) bezüglich seiner Genauigkeit bei der Bestimmung von cHb, cCOHb und cMetHb geprüft werden.

### *Methodik*

Untersucht wurde heparinisiertes Venenblut von Rauchern und Nichtrauchern. Das CO-Oxymeter wurde gemäß Herstellerangaben täglich kalibriert und zur Messung von cHb (g/dl), cCOHb (%) und cMetHb (%) benutzt. Zur Bestimmung der Hb-Konzentration wurde Blut verdünnt oder konzentriert (Zentrifugation), um eine Variation der Hb-Konzentration zu erzeugen. Die Untersuchung eines möglichen Einflusses des MCV der Erythrozy-

ten auf das Meßergebnis erfolgte an Blutproben, die mit hypotoner (0,45 g/dl) oder hypertoner (3,6 g/dl) NaCl-Lösung verdünnt worden waren. Als Referenzverfahren der Hb-Bestimmung diene das Verfahren alkalisches Hämatin D-575.

Zur Herstellung von Blutproben definierter Konzentrationen an COHb und MetHb wurden quantitative Mischungen in einer gasdichten Spritze mit einem Magnetrührer vorgenommen. Als Ausgangsmaterial diene Blut, das mit 20% CO in N<sub>2</sub> für 30 min äquilibriert wurde, wobei der COHb-Anteil (unter Berücksichtigung des physikalisch gelösten CO) mit (theoretisch) 101,6% ermittelt wurde. Blutproben mit hohem MetHb-Anteil wurden durch Zugabe von 1 M NaNO<sub>2</sub>-Lösung hergestellt.

Zur Überprüfung eines möglichen Einflusses des pH-Wertes auf das Meßergebnis cCOHb und cMetHb wurden Blutproben bei 37 °C mit unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-Partialdrücken äquilibriert und unterschiedliche BE-Werte durch Zusatz von HCl oder NaOH erzeugt.

*Tabelle I.* Bestimmung der Hb-Konzentration (g/dl) mit einem CO-Oxymeter, Vergleich zum Verfahren alkalisches Hämatin D-575. Mittelwerte mit Standardabweichung von 10 Einzelmessungen

Material	cHb (g/dl)	
	CO-Oxymeter	Alk. Hämatin
Verd. Blut hypoton	7,48 ± 0,04	7,51 ± 0,04
hyperton	7,60 ± 0	7,61 ± 0,07
Normalblut	15,11 ± 0,19	15,30 ± 0,05
Konz. Blut hypoton	20,82 ± 0,08	20,87 ± 0,10
hyperton	21,72 ± 0,25	21,41 ± 0,15

*Tabelle II.* Bestimmung von COHb und MetHb im CO-Oxymeter. Quantitative Mischung von MetHb-Blut (Zusatz 1 M NaNO<sub>2</sub>), O<sub>2</sub>Hb-Blut (pO<sub>2</sub> = 100 mm Hg) und COHb-Blut (20% CO in N<sub>2</sub>) 1 + 2 + 1 in einer gasdichten Spritze mit Magnetrührer. Mittelwerte mit Standardabweichung von 10 Einzelmessungen

	O <sub>2</sub> Hb (%)	COHb (%)	MetHb (%)
Ausgangswerte			
MetHb-Blut	9,23	1,13	83,57
O <sub>2</sub> Hb-Blut	96,2	2,53	0,23
COHb-Blut	0	«101,6»	0
Sollwerte	50,41	26,95	21,01
Meßwerte	49,25	26,48	21,48
	± 0,22	± 0,23	± 0,25

### Ergebnisse

Die Bestimmung der Hb-Konzentration zeigt eine sehr gute Übereinstimmung im Vergleich zum Verfahren alkalisches Hämatin D-575. In Tabelle I sind die Mittelwerte aus 10 Einzelmessungen zusammengestellt. Die Übereinstimmung gilt für einen weiten Konzentrationsbereich und auch für solche Blutproben, deren Erythrozytenvolumen (MCV) künstlich variiert wurde.

Die größte gemessene Differenz zwischen beiden Verfahren beträgt 1,4% des Meßwertes. Die Ergebnisse der Bestimmung von COHb und MetHb in Gemischen definierter Zusammensetzung sind in Tabelle II als Mittelwerte aus 10 Einzelmessungen zusammengestellt. In keinem Falle

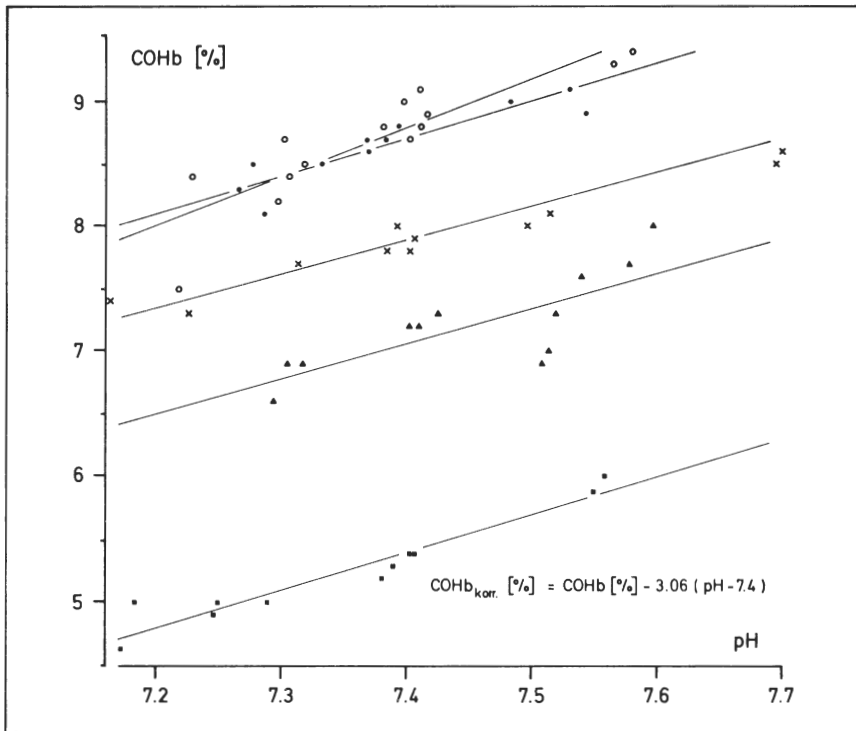


Abb. 1. Mit einem Oxymeter gemessene Konzentration an COHb (%) als Funktion des pH-Wertes der Blutprobe bei 5 Rauchern. Der Meßwert ist offensichtlich eine Funktion des pH, d. h., mit zunehmendem pH wird COHb überschätzt und umgekehrt.

der Messung von COHb oder MetHb beträgt die Abweichung zwischen Meß- und Sollwert mehr als 1 % COHb oder MetHb.

Der pH-Wert der Blutprobe hat offensichtlich einen geringfügigen Einfluß auf die Messung von cCOHb, wie dies für Blutproben von 5 Rauchern in Abbildung 1 dargestellt ist. In allen Fällen nimmt der Meßwert mit zunehmendem pH-Wert geringfügig zu. Eine Blutprobe, deren COHb-Konzentration 6 % bei pH = 7,4 betragen sollte, würde irrtümlich mit 6,6 % COHb bestimmt, wenn der pH-Wert 7,6 beträgt. Eine mögliche Korrektur eines derartigen Fehlers kann mit der in Abbildung 1 angegebenen Beziehung vorgenommen werden. Eine allerdings sehr geringfügige pH-Abhängigkeit der Messung von cMetHb ist in Abbildung II dargestellt. Mit zunehmendem pH-Wert der Blutprobe wird die MetHb-Konzentration zu niedrig bestimmt. Eine Blutprobe, deren MetHb-Konzentration mit 0,7 % bei pH = 7,6 bestimmt wurde, sollte bei pH = 7,4 eine cMetHb von 1,0 % aufweisen. Die entsprechende Korrektur ist in Abbildung 2 angegeben.

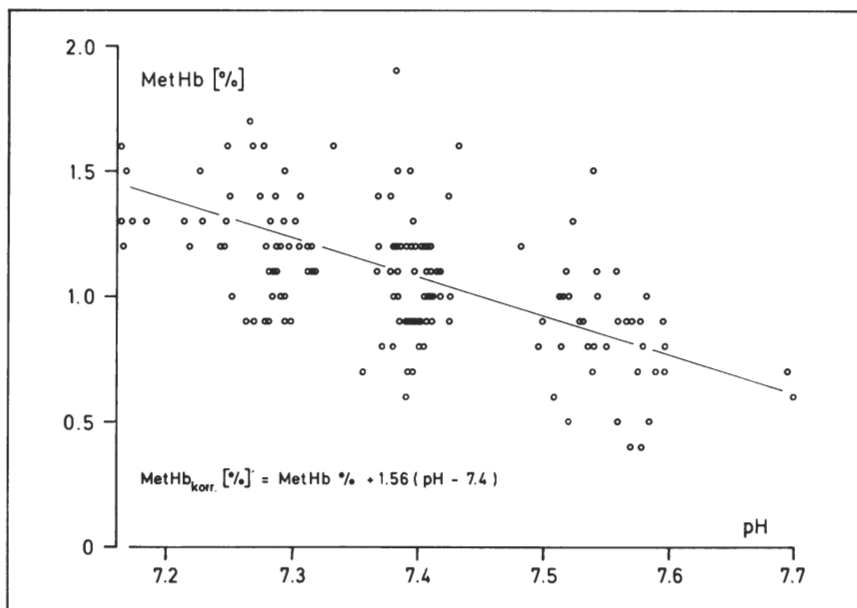


Abb. 2. Mit einem Oxymeter gemessene Konzentration an MetHb (%) als Funktion des pH-Wertes von Blutproben. Der Meßwert ist offensichtlich eine Funktion des pH, d. h., mit zunehmendem pH wird MetHb unterschätzt und umgekehrt.

### *Diskussion*

Für den Fall, daß ein neueres Mehrwellenlängen-Oxymeter zur Verfügung steht, bietet es sich an, die Bestimmung der Hb-Konzentration mit diesem Gerät vorzunehmen. Die vorgestellten Ergebnisse belegen, daß die notwendige Genauigkeit gegeben ist. Damit kann es in Zukunft möglich werden, schnelle, z. B. intraoperative Änderungen der Hb-Konzentrationen, vor Ort direkt zu verfolgen, zumal das notwendige Blutvolumen im Bereich von Mikrolitern liegt. Für die Bestimmung von COHb und MetHb hingegen dürfte ein Oxymeter bezüglich Genauigkeit, Handhabung und Probenvolumen heute die Methode der Wahl sein. Die vorgestellten Befunde belegen dies. Die nachgewiesene geringfügige pH-Abhängigkeit hat allenfalls für theoretische, nicht aber für klinische Fragestellungen Bedeutung.

### *Zusammenfassung*

Die Bestimmung von cHb (g/dl), cCOHb (%) und cMetHb (%) mit neueren Mehrwellenlängen-Oxymetern kann wegen der einfachen Handhabung und der Genauigkeit der Bestimmung empfohlen werden. Für die Bestimmung der Derivate COHb und MetHb kann ein solches Oxymeter als Methode der Wahl bezeichnet werden.