

(Aus dem Institut für gerichtliche Medizin der Universität Berlin. — Direktor:  
Geheimer Medizinalrat Prof. Dr. F. Strassmann.)

## Über neue Instrumente zur Messung und Bestimmung von Leichenherzgasen, ihre Anwendung und Anwendungsergebnisse am Tier<sup>1)</sup>.

Von  
Med.-Rat Dr. F. Dyrenfurth,  
Gerichtsarzt in Berlin.

Mit 4 Textabbildungen.

Über die Quantität der Leichenherzgase und die von mir damals benutzten Vorrichtungen habe ich bereits in Bd. 4, Heft 6, der Zeitschrift für die gesamte gerichtliche Medizin Mitteilungen gemacht.

Im Laufe der weiteren Untersuchungen haben nun die von mir angewandten Vorrichtungen zum Teil wesentlich andere Formen angenommen, die in folgendem hier beschrieben werden sollen<sup>2)</sup>.

Das zum Messen der Herzgase der Leiche, also auch zur Messung von Herzluft, die durch Luftembolie zustande gekommen ist, geeignete Instrument besteht jetzt in allen wesentlichen Teilen aus Glas; nur die Einstichkanüle ist aus geeignetem Metall hergestellt. Im übrigen wird, wie aus der Abb. 1 ersichtlich ist, ein graduierter Hohlzylinder nach oben durch einen eingeschliffenen Stöpsel, nach unten durch einen Glashahn abgesperrt. Der graduierter Hohlzylinder wird etwa bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt, nachdem der Glashahn in Verschlussstellung gebracht worden ist. Wird nun der Glasstöpsel aufgesetzt und der untere Glashahn geöffnet, so fließt nach physikalischen Gesetzen ein geringer Teil der Flüssigkeit ab. Die über der Wassersäule befindliche Luft erfährt dadurch eine Verdünnung, die aus dem Boyle'schen Gesetz  $p \times v = \text{const.}$  errechnet werden kann. Diese Verdünnung der eingeschlossenen Luft bzw. die Verminderung des Druckes im Hohlzylinder ist nach den angestellten Berechnungen gering; Druck- und

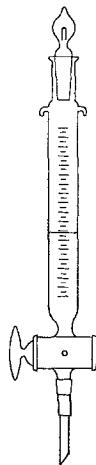


Abb. 1.

<sup>1)</sup> In Anlehnung an einen im September 1926 auf der XV. Tagung der deutschen Gesellschaft für gerichtliche und soziale Medizin in Düsseldorf gehaltenen Vortrag.

<sup>2)</sup> Die Instrumente sind bei E. Geissler & Co., Berlin W 50, Jägerstr. 32. erhältlich.

Volumenänderungen können überdies sofort dadurch ausgeglichen werden, daß man das Instrument samt der eingeschlossenen Wasserluftsäule in ein mit Wasser gefülltes Glasgefäß derart bringt, daß der Wasserspiegel des Hohlzylinders unter dem Wasserspiegel des Beobachtungsglases steht. Der unter diesen Verhältnissen beobachtete Wasserstand im Hohlzylinder ist der Ausgangspunkt für die später anzustellende Messung (Abb. 2).

Bringt man nun den Hohlzylinder, der mit der sorgfältig mit Wasser angefüllten Einstichkanüle armiert ist, am besten durch den mit Wasser gefüllten Herzbeutel in das rechte Herz, so gelingt es, durch einen geringen Druck auf das Herz die dort befindlichen Gase oder Luftmengen in den Hohlzylinder zu bewegen. Die Möglichkeit des Aufsteigens der Herzgase in den luftverdünnten Raum über der Wassersäule beruht darauf, daß Gase kompressibel sind und daß an Stelle des vorher verminderten Luftdruckes über der Wassersäule zeitweise ein Überdruck durch das Einpressen der Herzgase hergestellt werden kann. Ist das Eintreten der Herzgase in den Hohlzylinder erfolgt, so wartet man ab, bis die Druckverhältnisse sich ausgeglichen haben und bringt dann das Instrument wieder in das Beobachtungsglas derart, daß der Wasserspiegel des Hohlzylinders wie vorher unter dem Wasserspiegel des Beobachtungsglases steht. Der so gefundene Wasserstand im Hohlzylinder kann mit dem Anfangsstand verglichen werden und ergibt die Volumendifferenz unter dem jeweiligen Barometerstand.

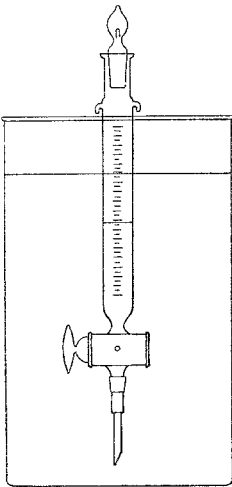


Abb. 2.

Soll der Einfluß der Temperatur noch berücksichtigt werden, was bei der groben Einteilung der Skala überflüssig ist, so kann das *Gay-Lussacsche* Gesetz herangezogen werden:  $V_t = V_0 (1 + \alpha t)$ , wobei  $t$  die Temperatur in Celsiusgraden,  $V_t$  das Volumen bei  $t^\circ$ ,  $V_0$  das Volumen bei  $0^\circ$ ,  $\alpha$  der Ausdehnungskoeffizient der Gase  $= \frac{1}{273} = 0,003665$  ist.

Auf der *Bonner* Tagung der Deutschen Gesellschaft für gerichtliche Medizin im September 1925 habe ich ein Verfahren mitgeteilt, nach dem Herzluft in eine alkalische Pyrogalllösung (1proz. Pyrogalllösung gemischt mit konzentrierter Kalilauge) gesaugt werden konnte. War in dieser Herzluft Sauerstoff vorhanden, so ergab sich eine Bräunung der an sich bernsteingelben Lösung und damit der chemische Nachweis von O.

Mitteilungen darüber sind bis jetzt erschienen in der Nr. 21 des Jahrgangs 1926 der „Medizinischen Klinik“, wo auch einiges über die Technik angegeben ist. Eine Messung der zu diesem chemischen Nachweis benutzten Gasmengen war mit der in Bonn beschriebenen Apparatur

nicht möglich, so daß also bisher zu wählen war zwischen Messung und chemischem Nachweis.

Beides kann jetzt aber gleichzeitig geschehen durch ein Instrument entsprechend der beigelegten Abb. 3:

Ein Hohlssystem, das aus einer Glaskugel und 2 Schenkeln besteht, trägt am abführenden Schenkel in der Nähe der Glaskugel einen graduierten Zylinder, in dem sich ein eingeschliffener Glasstempel bewegt. Der zuführende Schenkel steht senkrecht zum System und erhält für den Gebrauch eine Einstichkanüle, entsprechend den bisher benutzten Instrumenten. Zum Auffangen der Herzgase wird das gesamte Hohlssystem einschließlich der Kanüle mit abgekochtem, destilliertem Wasser gefüllt und hierauf der Hahn des abführenden Schenkels geschlossen. Man kann nun leicht durch einen Druck auf das Herz Gase in die Hohlkugel bewegen; sie sammeln sich entsprechend einem Kugelabschnitt im oberen Pol der Kugel an und bewirken, daß genau entsprechend ihrem Volumen der Stempel des Hohlzylinders im abführenden Schenkel in die Höhe steigt und an der Skala die verdrängte Wassermenge anzeigt. Auf diese Weise kann sofort abgelesen werden, welche Gasmenge in das Hohlssystem getreten ist.

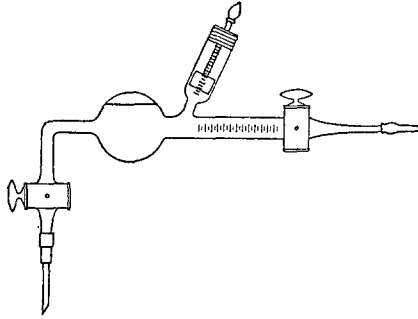


Abb. 3.

Kommt es nicht auf die Quantität der Herzgase an und nimmt man in Kauf, daß auch Gase aus den großen Gefäßen heranbewegt werden können, so steht es selbstverständlich auch frei, durch ein Anheben des Stempels im Hohlzylinder Gase anzusaugen, ein Verfahren, das übrigens auch leicht die Gewinnung von Darmgasen gestattet.

Befindet sich nun das Gas, das seinem Volumen nach sofort gemessen werden kann und dessen besondere Berechnung nach *Boyle-Mariotte* nicht notwendig ist, da ja die Druckverhältnisse nirgends geändert worden sind, im Hohlzylinder, so gelingt es leicht, dieses Gas in den abführenden Schenkel, der ebenfalls mit einer Skala versehen ist, zu bewegen und weiterhin der Untersuchung nach den Gesetzen der Gasanalyse zuzuführen, wobei man natürlich auch das von mir angegebene Hohlssystem mit alkalischer Pyrogalllösung benutzen kann.

Zum Bewegen der Gase empfehle ich jetzt eine von mir angegebene Glaspumpe, die entsprechend der beigegebenen Abb. 4 unter Wasser mit dem Hohlssystem verbunden ist, das seinerseits mit geöffnetem Hahn in einem Gefäß mit Wasser steht, wenn der Saugmechanismus in Tätigkeit treten soll.

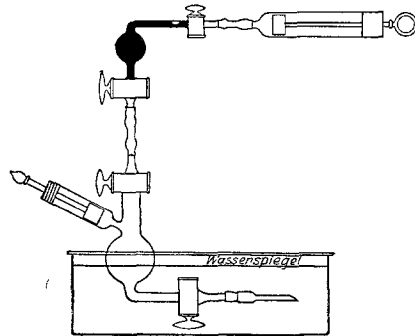


Abb. 4.

Handelt es sich nur darum, qualitativ die Anwesenheit von O festzustellen, so kann man mit 1proz. Pyrogalllösung bzw. konzentrierter Kalilauge arbeiten.

Will man genau den Anteil des O im Gasgemisch bestimmen, so bedient man sich der Büretten nach *Hempel* oder *Bunte* und als Absorptionsmittel einer alkalischen Pyrogallollösung folgender Zusammensetzung: 5 g Pyrogallol in 5 ccm Wasser vermischt mit Kalilauge, hergestellt aus 120 g KOH und 80 g H<sub>2</sub>O.

Die beschriebene Apparatur wurde bei einer Reihe von Tierversuchen angewandt, die teilweise in der Tierärztlichen Hochschule unter gütiger Mitwirkung von Herrn Prof. *Hinz* und seinen Assistenten angestellt wurden und folgendes Resultat hatten:

1. Zwei Hunde von erheblicher Größe und Schwere erhielten am 6. IX. 1926 60 bzw. 80 ccm Luft in die Vena saphena der Hinterpfote. Während zunächst Atemnot auftrat, erholten sich die Tiere sehr schnell wieder, so daß ihnen kaum etwas anzumerken war, und da aus äußeren Gründen die Tötung rasch vor sich gehen mußte, erhielten beide eine tödliche Blausäurespritze, so daß der Tod dieser Tiere nicht an Luftembolie, sondern an Blausäurevergiftung erfolgte.

Die 24 Stunden später vorgenommene Obduktion des mit 60 ccm Luft bedachten Hundes ergab 1 ccm Herzgas, die des 2. mit 80 ccm gespritzten Hundes 3 ccm Herzgas im rechten Herzen, während in der unteren Hohlvene und sonst trotz der großen Menge eingebrachter Luft Gasblasen nicht zu erkennen waren.

Das auf dem oben beschriebenen Wege gemessene Gas wurde nun chemisch untersucht und ergab eine starke O-Reaktion.

2. Es war nun wünschenswert, Tiere zu untersuchen, die wirklich an Luftembolie zugrunde gegangen waren, und da es diesmal nicht gelang, größere Tiere zur Untersuchung zu bekommen, so mußte ich im Institut für Gerichtliche Medizin zur Untersuchung von durch Luftembolie getöteten Kaninchen schreiten.

Drei Kaninchen wurden am 7. IX. 1926 mit je 15 ccm Luft, die in die Ohrvene gespritzt wurden, in wenigen Sekunden getötet.

Das 1. Kaninchen wurde am 8. IX. obduziert. Es fanden sich reichlich Luftblasen in der unteren Hohlvene. Aus dem Herzen konnten 7 ccm Gas gewonnen werden, das eine starke O-Reaktion ergab.

Das 2. Kaninchen wurde am 9. IX., d. h. nach 48 Stunden obduziert. In der unteren Hohlvene fand sich weit weniger Gas. Aus dem Herzen konnten 2 ccm Gas gewonnen werden, das eine deutliche Reaktion, wenn auch schwächer als bei dem nach 24 Stunden obduzierten 1. Kaninchen ergab.

Das 3. Kaninchen wurde am 10. IX., also nach 72 Stunden obduziert. Bei diesem Kadaver, der bei der warmen Temperatur reichlich verwest war, fanden sich keine Gasblasen mehr in den zuführenden Adern; aus dem Herzen dagegen konnte noch  $\frac{1}{2}$  ccm Gas gewonnen werden, das ebenfalls noch eine schwache Reaktion zeigte.

Diese Tierversuche haben nun ergeben, daß noch nach 72 Stunden reaktionsfähiger O vorhanden ist, sie haben aber andererseits gezeigt, daß in der Leiche sich die Menge der in das Gefäßsystem eingebrachten Luft mit der Länge der Zeit stark vermindert und daß also auf diese Weise der sicheren Bestimmung der Luftembolie Grenzen gesetzt sind, auch wenn man annimmt, daß bei den größeren Abmessungen des

menschlichen Herzens die Verhältnisse doch noch günstiger liegen als bei den Kleintieren und den Hunden. Je stärker freilich die Fäulnis ist, desto weniger wird auf das Quantum zu geben sein, im Gegensatz zu der Reaktionsfähigkeit auf O, besonders wenn auch im linken Herzen sich Fäulnisgase nachweisen lassen.

Die Anstellung der O-Reaktion bei der Obduktion selbst empfiehlt sich im allgemein nicht, sondern, wie oben dargestellt, die Messung und Aufbewahrung im Hohlssystem, das mit destilliertem, abgekochtem Wasser gefüllt ist, weil später in Ruhe die Untersuchung nach den verschiedenen Methoden evtl. unter Teilung der Gasmengen durchgeführt werden kann.

---