

Empfindlichkeitsbereich ist 2 % des gewählten Messbereiches<sup>1</sup>.

Um den CO-Gehalt im Blut zu bestimmen, werden 5 Proben von je 2 cm<sup>3</sup> in graduierten Gasflaschen mit 5 Tropfen einer 10%-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Lösung versetzt. Die Flaschen mit dem ausgetriebenen CO werden dann nacheinander an die Messapparatur angeschlossen und die CO-Werte ermittelt.

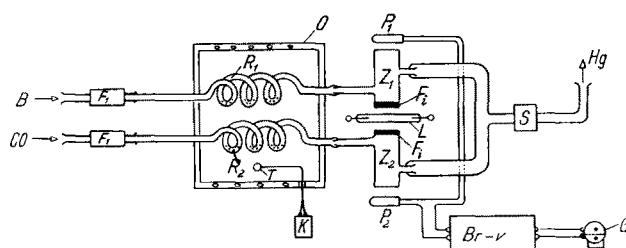


Abb. 2. Apparatur. CO-Gas und das Bezugsgas *B* werden durch die Pumpe *S* in das Apparatussystem hineingesaugt (Geschwindigkeit etwa 400 cm<sup>3</sup> je min). Zuerst gelangen die Gase über 2 Filter *F*<sub>1</sub> und *F*<sub>2</sub> (aktive Holzkohle, gemischt zu gleichen Teilen mit Silica-Gel und CaO) in die Rohrkreise (Inox-Stahlrohre) *R*<sub>1</sub> und *R*<sub>2</sub>, die mit roten HgO-Körnern gefüllt sind. Diese Rohrkreise befinden sich in einem elektrisch geheizten Ofen *O*, dessen Temperatur automatisch über temperatur-sensible Elemente (Thermistoren) und die elektronische Kontrollapparatur *K* auf etwa 200°C gehalten wird (auf 0,02°C genau). An die Rohrkreise sind die beiden zylindrischen Quarzzellen *Z*<sub>1</sub> und *Z*<sub>2</sub> geschaltet, in denen sich der frei werdende Hg-Dampf ansammelt. *L* ist die Quecksilberdampflampe, deren Licht nach Durchgang durch die beiden optischen Filter *F*<sub>1</sub> auf die Photozellen *P*<sub>1</sub> und *P*<sub>2</sub> fällt. Filter und Photozellen sind die im 2537-A-Bereich üblichen Bestandteile der Spektrometer. Aus den Quarzzellen gelangen dann die Hg-Dämpfe über eine gemeinsame Rohrleitung ins Freie bzw. in eine Quecksilberfalle. *P*<sub>1</sub> und *P*<sub>2</sub> sind an den Brückenverstärker *Br.-V.* angeschlossen, der den Differenzstrom verstärkt einem Galvanometer (10<sup>-8</sup> A per Skalenteil) zuführt. Die Eichung erfolgt mit Gasgemischen bekannter Konzentration.

Zur Bestimmung des CO-Gehaltes in der Ausatmungsluft werden 5-l-Gummiballone benutzt und mehrere Proben der Versuchsperson entnommen in der Art, wie es bei Stoffwechseluntersuchungen üblich ist. Dabei legen wir Wert darauf, Proben zu analysieren, die nach «leichter» Ausatmung und dann nach «heftiger» Ausatmung gewonnen werden. Im letzteren Falle ist, nach CO-Vergiftungen, eine für die Bewertung aufschlussreichere CO-Konzentration nachweisbar.

Die Messung so kleiner CO-Mengen gewinnt besondere Bedeutung bei der Erforschung des akkumulierenden Einflusses von CO-Dosen unterhalb der toxischen Einzeldosis, insbesondere bei längerer Anwesenheit in schlecht oder gar nicht gelüfteten Kabinen, zu denen die Luft von Verbrennungsmotoren Zugang hat, und zur Erforschung des kancerogenen Einflusses von kleinsten CO-Mengen bei Tabakrauchen mit und ohne Inhalation.

Der Taller & Cooper Mfg. Company in New York bin ich für Anregung und Unterstützung zu Dank verpflichtet.

V. TOMBERG

Institute for Biophysical Research, 333 Central Park West, New York 25, N.Y., 17. Mai 1954.

<sup>1</sup> Da HgO auch mit Kohlenwasserstoffen reagiert, kann dieselbe Methode auch benutzt werden, um solche Gase in kleinsten Mengen zu messen, zum Beispiel Wasserstoff, Benzol, Ethylen usw. Selektive chemische Filter werden in den Eingangskreis eingebaut, um den Reaktionsprozess spezifisch zu gestalten.

### Summary

We have developed a new method to detect and measure very small amounts of CO having a sensitivity of 1 p. CO per 100 million p. air. HgO is heated in an oven reaction chamber where it reacts with CO in releasing proportional amounts of mercury vapor; the latter is then measured quantitatively in an UV electronic spectrophotometer. Reaction chamber and UV meter are assembled into a handy portable unit. The CO amount in blood is measured by decomposing a sample of blood in a volumetric flask with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and drawing the gas mixture through the unit. The CO amount in alveolar air is measured by means of breathing bags. It is thus possible to study the influence of subtoxic doses of CO and the cancerogenic action of tobacco smoking.

### PRO LABORATORIO

### Zentrifugfiltration mit hohen Drucken

Die Klarfiltration von Gewebeextrakten und Gewebshomogenaten, zum Beispiel zum Zweck elektrophoretischer oder anderer Untersuchungen, bei denen mit optischen Systemen gearbeitet werden soll, erfordert die Benutzung sehr dichter Filtermembranen, die der Filtration schon einen beträchtlichen Widerstand entgegensetzen. Die Niederdruckfiltration im Vakuumfilterapparat mit maximal einer Atmosphäre Druck reicht dazu gewöhnlich nicht aus; außerdem führt sie durch Ausstreiten der Gase aus dem Filtrat gleich nach Passieren der Membran meist zu lästigem Schäumen; kleine Mengen sind wegen der dadurch entstehenden grossen Verluste nur schlecht zu verarbeiten. Das Arbeiten mit Überdruck über der zu filtrierenden Lösung andererseits erfordert sehr stabile Apparaturen und ist technisch aufwändig, erlaubt aber die Filtration mit grösseren Druckdifferenzen, also «Hochdruckfiltration» im Sinne von BECHOLD<sup>1</sup> mit Überdruck bis zu 150 Atmosphären (BRUCKNER und OVERBECK<sup>2</sup>; A. LOHMANN<sup>3</sup>).

Die Fliehkraft beim Zentrifugieren ist zur Erzeugung höherer Drucke zum Zweck der Filtration bisher kaum ausgenutzt worden, wenn auch schon alte prinzipielle Angaben vorliegen. So findet man bereits in Houbens Methodensammlung von 1925 eine «Filtrierzentrifuge» von RICHARDS<sup>4</sup> beschrieben, in der ein Glastrichter über einem kleinen Becherglas hängend zentrifugiert wird. Die in dieser Anordnung erzeugten Drucke sind freilich gering. Bei ROSENTHAL findet man erwähnt, dass SABOURAUD und VERNES<sup>5</sup> Filter verwendeten, die sie mit Gummikappen auf Zentrifugenröhren befestigten. 1926 wurde von BACH und SCHEPMANN<sup>6</sup> ein kleiner gläserner Filterapparat mit zwischen zwei Glasstutzen freischwebend eingespannter Membran beschrieben. Wenig später benutzte TOTH<sup>7</sup> eine in einem Zentrifugenröh-

<sup>1</sup> H. BECHOLD, in ABDERHALDEN'S Handb. biol. Arbeitsmeth., Abt. III [B], Lieferg. 66, 333 (1922).

<sup>2</sup> B. BRUCKNER und W. OVERBECK, Koll. Z. 36, Zsigmondy-Festschr. 192, 192 (1925).

<sup>3</sup> A. LOHMANN, Z. Biol. 57, 183 (1912).

<sup>4</sup> T. W. RICHARDS, zitiert nach Houben, Meth. organ. Chem. I 413 (1925).

<sup>5</sup> SABOURAUD und VERNES, zitiert nach ROSENTHAL, Handb. mikrobiol. Techn.

<sup>6</sup> F. W. BACH und W. SCHEPMANN, Klin. Wschr. 5, 893 (1926).

<sup>7</sup> TOTH, Biochem. Z. 191, 355 (1927).

chen hängende mit einer Kolloidum- oder Viskosemembran ausgegossene Porzellanfilterkerze.

Die bisherigen Geräte sind nur wenig leistungsfähig. Inzwischen ist die industrielle Herstellung von Filtermembranen weiter fortgeschritten, die modernen Zentrifugen sind wesentlich leistungsfähiger geworden. Diesen Bedingungen angepasst, wurde das folgende Gerät<sup>1</sup> konstruiert:

**Prinzip<sup>2</sup>.** 1 cm<sup>3</sup> Wasser übt bei einer Schichthöhe von 1 cm unter Normalbedingungen auf die Grundfläche von 1 cm<sup>2</sup> einen Druck von 1 g aus. In mittlerer Höhe der Einsatzbecher entsteht in einer üblichen Laborzentrifuge bei 3000 U/min ein Schwerefeld von zum Beispiel 1500 g (Erdbeschleunigung). Der Druck bei 1 cm Schichthöhe steigert sich unter diesen Bedingungen auf 1500 g/cm<sup>2</sup>.

Es ergibt sich zur Berechnung der durch die Flüssigkeitssäule entstehenden Drucke unter Normalbedingungen die allgemeine Formel:

$$\text{Schichthöhe in cm} \cdot \text{Vielfaches von g} = \text{Druck in at.}$$

$$1000$$

Bei 1500 g und einer Schichthöhe von 7 cm, wie sie bei dem abgebildeten Filter möglich ist, beträgt der Druck

$$\frac{7 \cdot 1500}{1000} = 10,5 \text{ at.}$$

Lässt man den Druck statt auf den Boden des Zentrifugenbechers auf eine geeignete Filtermembran wirken, so treibt sich die überstehende Lösung durch ihr eigenes Gewicht selbst durch das Filter hindurch. Der entstehende Zentrifugaldruck  $z$  errechnet sich aus der zentrifugierten Masse  $m$ , dem mittleren Radius des Umlaufkreises der zentrifugierten Masse  $r$  und der Winkelgeschwindigkeit  $v$  nach:

$$z = m \cdot r \cdot v^2.$$

Die Winkelgeschwindigkeit ist abhängig von der für einen Umlauf benötigten Zeit  $t$ :

$$v = \frac{2\pi}{t}.$$

Demnach ist

$$z = \frac{m \cdot r \cdot 4\pi^2}{t^2}.$$

**Beschreibung des Gerätes.** Zusammengesetzt (Abb. 1) kann das Zentrifugenfilter in den Becher einer normalen Zentrifuge eingestellt werden. Das hier dargestellte Modell passt in seinen Abmessungen (3 × 3 × 11 cm) in einen 50-cm<sup>3</sup>-Zentrifugenbecher. Es ist in allen Teilen aus V2A-Stahl hergestellt.

In den treppenförmig ausmündenden Boden des Filteraufsatzes (2 in Abb. 2) ist eine starke Siebplatte (6) eingepasst, darüber ruht ein sehr engmaschiges Drahtnetz (5) so, dass seine Oberfläche im Niveau des oberen Innenrandes steht (siehe Querschnitt in Abb. 1). Die daraufliegende Filtermembran (4) erhält so eine plane und durchlässige Auflagefläche. In den Filteraufsatz ist ein Innenzyylinder (3) saugend eingepasst, er ruht unten auf dem Außenrand der Filterschicht. Seine Kanten sind abgerundet, um die Filterschicht nicht zu verletzen und um durch Verkleinerung der Auflagefläche den Auf-

lagedruck zu erhöhen. Da sein spezifisches Gewicht größer ist als das der Lösung, ist auch während des Zentrifugierens ein Auspressen der Lösung nach den Seiten unmöglich. Der Innenzyylinder steht über den Oberrand des Filteraufsatzes etwas über, er wird durch den Schraubdeckel (7) fest auf die Membran gedrückt. Der Deckel ist zum Einfüllen der Lösung nach dem Zusammensetzen des Filters oben durchbrochen. Der zusammengesetzte Filteraufsatz wird auf einen getriebenen V2A-Stahl-Becher (7) aufgeschraubt, in dem sich das Filtrat sammelt.

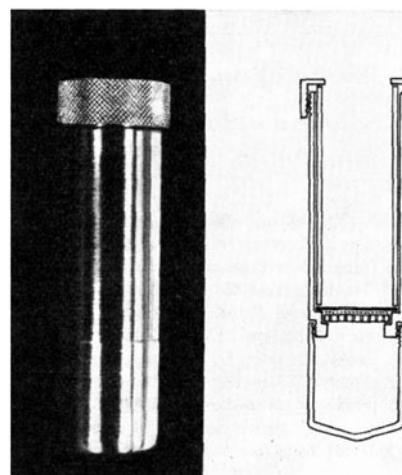


Abb. 1

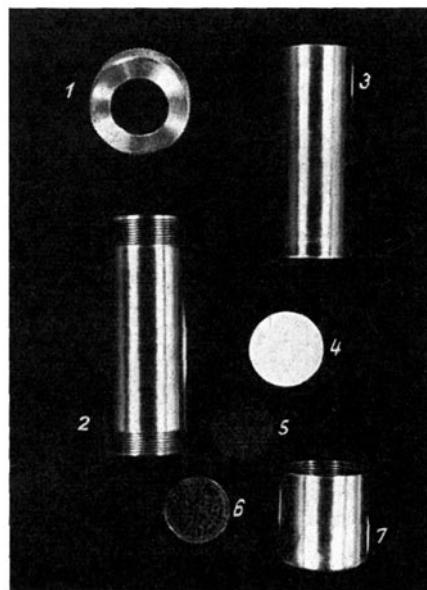


Abb. 2

Da der entstehende Zentrifugaldruck nach obiger Formel vom Radius des Umlaufkreises der zentrifugierten Masse abhängt, ist es nicht möglich, das Filtergerät einfach mit einem wassergefüllten Zentrifugenrörchen auszutarieren. Man benutzt am besten zwei Zentrifugenfilter in gegenüberliegenden Eihängebechern; kräftigere Zentrifugen, wie die der Firma Stock, Marburg, vertragen das Austarieren mit einem V2A-Stahl-Becher, den man mit Tarierschrot gewichtsgleich macht.

<sup>1</sup> DBG M. Nr. 1647740 vom 1. Oktober 1952. - Vgl. neuerdings H. METZNER, Naturwissenschaften 40, 388 (1953).

<sup>2</sup> Herrn Dr. THELLUNG, Institut für theoretische Physik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, danke ich für Durchsicht und Beratung.

*Gebrauch.* Das hier beschriebene Modell hat bei maximal 7 cm Schichthöhe ein Fassungsvermögen von 35 cm<sup>3</sup>. Für kleinere Mengen muss der Durchmesser des Innenzyinders verkleinert werden, wobei zur Erhaltung des Filtrationsdruckes die Höhe der Flüssigkeitssäule möglichst gross gewählt werden soll. In schnell laufenden Zentrifugen können beträchtliche Drucke erreicht werden, bei 5 cm Schicht und 5000 g zum Beispiel 25 at. usw. Die Filtrationsgeschwindigkeit ist ausser von der Eigenart der zu filtrierenden Flüssigkeit und der gewählten Filterart vom Filtrationsdruck abhängig.

Grundsätzlich sind alle üblichen Filterpapiere und -membranen verwendbar. Um Einrisse in empfindlichen Schichten zu vermeiden, unterlegt man sie zweckmässig mit einer stärkeren, aber durchlässigeren Filterpappe (zum Beispiel Filterpappe 1122 von SCHLEICHER und SCHÜLL; C-Karton der Membranfiltergesellschaft, Göttingen). Mit einer der käuflichen Membranfilterschichten kommt man gewöhnlich zum Ziel. Für die Filtration mit organischen Lösungsmitteln sind die Cella- und Ultra-cellula-Filter geeignet (vgl. KRATZ<sup>1</sup>). Statt der Ultrafeinfilter kann man auch nach dem Vorgehen von Wo. OSTWALD<sup>2</sup> und KROGH und NAKAZAWA<sup>3</sup> Kollodiummembranen herstellen, deren Porenweite durch Verdünnung der benutzten ätherischen Kollodiumlösung bzw. durch Beimischung von Glyzerin (SCHOEP<sup>4</sup>) in Grenzen variiert werden kann. Wir gießen die Membranen auf gewöhnlichen dünnen Filterpapieren (zum Beispiel 595 von SCHLEICHER und SCHÜLL) und unterlegen sie im Zentri-

fugenfilter mit einem C-Karton. Die Membranfilter können abgewaschen und mehrfach benutzt werden, doch nimmt ihre Durchlässigkeit bei der Benutzung langsam ab.

*Anwendungsmöglichkeiten.* Das Gerät ist ganz allgemein zum Abfiltrieren auch feinster Niederschläge von Homogenaten usw. geeignet, ferner zum Eiweissfiltrieren von biologischen Flüssigkeiten (vgl. THIESSEN<sup>1</sup>) oder zur «fraktionierten Ultrafiltration» (GRABAR<sup>2</sup>; ELFORD und FERRY<sup>3</sup>), in der Bakteriologie etwa zur Anreicherung von Tuberkelbakterien nach dem Vorgehen von ESCHER<sup>4</sup>, KRÖGER und BELING<sup>5</sup> und TIETZ und EHLE<sup>6</sup> oder zur Bestimmung des Colititors (vgl. SCHÜTZ und KRUSE<sup>7</sup>), ferner zum Keimfreifiltrieren nicht erhitzbbarer pharmazeutischer Lösungen (ESCHENBRENNER<sup>8</sup>), zur Schnellfiltration ganz allgemein usw. Bei entsprechender Einrichtung des Gerätes ist das Arbeiten mit grossen wie mit sehr kleinen Volumina möglich.

W. KEUP

*Medizinische Universitätsklinik Zürich, den 26. Mai 1954.*

#### Summary

A filter apparatus for high pressure filtration and its use in normal centrifuges is described. The solution is filtered through a filter membrane under the influence of high centrifugal power.

<sup>1</sup> A. THIESSEN, Biochem. Z. 140, 457 (1923).

<sup>2</sup> P. GRABAR, C. r. Soc. Biol., Paris 116, 70 (1936).

<sup>3</sup> W. J. ELFORD und J. D. FERRY, Biochem. J. 28, 650 (1934).

<sup>4</sup> W. E. ESCHER, Z. Inf.-Krankh. Haustiere 32, 77 (1927).

<sup>5</sup> E. KRÖGER und A. BELING, Z. Hyg. 129, 32 (1949).

<sup>6</sup> C. J. TIETZ und G. EHLE, Klin. Wschr. 28, 373 (1950).

<sup>7</sup> F. SCHÜTZ und H. KRUSE, Klin. Wschr. 22, 520 (1943).

<sup>8</sup> H. ESCHENBRENNER, Pharm. Z., Nr. 6 (1933).

<sup>1</sup> E. KRATZ, Z. angew. Chem. 39, 1601 (1926).

<sup>2</sup> Wo. OSTWALD, *Kleines Praktikum der Kolloidchemie* (Th. Stein-kopf, Leipzig 1943).

<sup>3</sup> A. KROGH und F. NAKAZAWA, Biochem. Z. 188, 241 (1927).

<sup>4</sup> A. SCHOEP, Koll. Z. 8, 80 (1911).

## Nouveaux livres - Buchbesprechungen - Recensioni - Reviews

### Planen und Auswerten von Versuchen

Eine Einführung für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure

Von ARTHUR LINDER

182 Seiten

(Verlag Birkhäuser, Basel und Stuttgart 1953)  
(Gebunden sFr. 21.-, broschiert sFr. 17.50)

Dem Verfasser werden alle diejenigen besonders dankbar sein, die zwar längst von der Nützlichkeit rationeller Versuchsplanung und -auswertung überzeugt sind, jedoch die modernen statistischen Verfahren entweder gar nicht oder lediglich als Rezepte benutzen konnten, weil ihnen bisher keine ausführliche, auch dem Nichtmathematiker einleuchtende Darstellung der Grundlagen und Anwendungen dieser Methoden zugänglich war. Hier füllt das neue Buch LINDERS eine Lücke aus. Von einfachen zu komplizierteren Fällen fortschreitend, werden die verschiedenen Typen von Versuchsanordnungen, die Auswertung der mit ihrer Hilfe erhaltenen Ergebnisse

und der durch ihre Anwendung erzielte Gewinn an Ergebzigkeit und Genauigkeit der Versuche eingehend erläutert. Zahlreiche Beispiele aus der wissenschaftlichen und technischen Forschung illustrieren das Gesagte oder bilden den Ausgangspunkt der Darstellung, die zudem häufig durch eine allgemein gehaltene Formulierung der behandelten Probleme bereichert wird. Eine Aufzählung der besprochenen Versuchstypen erübrigt sich. Es genüge der Hinweis, dass der im Titel genannte Personenkreis nur selten Fragen begegnen wird, die über den Rahmen des Buches hinausgehen. Besonders hervorstechende Beispiele für die mit einfachsten Mitteln überzeugende Klarheit der Darstellung sind die Abschnitte über Gehaltsbestimmung durch Vergleich mit Standard und über die Aufteilung von Streuungen auf einzelne Freiheitsgrade durch orthogonale Vergleiche, die wohl in keinem andern Werk so ausführlich und leicht verständlich erklärt werden. Als besonderes Verdienst ist es dem Verfasser anzurechnen, dass er, abweichend von der verbreiteten Tendenz, englische Fachausdrücke, in Anführungszeichen gesetzt, einfach zu übernehmen, sich erfolgreich darum bemüht hat, eine zweckmässige und treffende deutsche Terminologie zu schaffen. H. BORTH