

Anschliessend wurde mit Hilfe der Dressurmethode geprüft, ob *Anoptichthys jordani* überhaupt Helligkeitsunterschiede zu empfinden vermag. 20 mm lange Tiere (Augen etwa wie in Abb. 1b) wurden einzeln in Dunkelaquarien untergebracht. Bei der Fütterung wurden die Becken mit einer Lichtintensität von 136 Lux (auf dem Beckenboden gemessen) bestrahlt. Geräusche und Erschütterungen traten dabei nicht auf. Nach einer Andressur von 45 Tagen zeigten die Fische ihre charakteristischen Suchbewegungen auch bei Belichtung ohne Futtergabe. Die Reaktionen traten 2–8 Sekunden nach Reizsetzung ein. Die jungen *Anoptichthys jordani* können also Helligkeitsunterschiede wahrnehmen.

Bei den folgenden Versuchen wurde zur Feststellung der unteren Reizschwelle die Lichtintensität herabgesetzt. Bei 68, 34, 17, 8, 2, 1 und 0,5 Lux traten mit geringen Abweichungen gleiche Reaktionszeiten wie bei 136 Lux auf. Bei 0,25 Lux reagierten die im Laufe der Versuche auf 30 mm herangewachsenen Tiere, deren Augen jetzt dem in Abbildung 3 gezeigten Stadium entsprechen müssten, bei 25 Testen fünfmal nicht mehr; die Latenzzeit der noch positiven Reaktionen erhöhte sich auf 11–17 s. Bei 0,12 Lux waren 15 von 25 Testen negativ, und die noch positiven Reaktionen traten erst nach 25–28 s ein. Bei noch geringerer Lichtintensität konnte der Beobachter nicht mehr sicher urteilen. Man darf jedoch aus diesen Ergebnissen den Schluss ziehen, dass um 0,12 Lux herum die untere Reizschwelle liegt.

Es fragte sich nun, ob auch adulte Fische mit weitgehend rückgebildeten Augen Helligkeitsunterschiede wahrnehmen können. In einem Vorversuch wurden zwei Tiere mit 50 bzw. 60 mm Körperlänge bei 136 Lux andressiert und auch getestet. Sie reagierten nach durchschnittlich 6,6 bzw. 6,3 s. Dieser Befund könnte darauf hindeuten, dass bei *Anoptichthys jordani* entweder neben den mehr oder weniger rückgebildeten Augen oder sogar vorwiegend ein anderes Organ bei der Aufnahme von Lichtreizen eine Rolle spielt. Weitere Untersuchungen in dieser Richtung sind im Gange.

O. KUHN und J. KÄHLING

Zoologisches Institut der Universität Köln, den 25. März 1954.

#### Summary

After hatching, young individuals of the Mexican blind characin *Anoptichthys jordani* Hubbs and Innes possess small, movable eyes. In the course of growth, the eyes are overlapped by skin folds and tend to sink into the depth of the orbital cavity. Lens and pupilar opening may disappear and degeneration is to be found in the retina.

Even very young blind characins seem to have no vision of movements, while they are able to perceive light. The lower limit is about 0.12 Lux of light intensity. Experiments concerning the localisation of this perception of light are in progress.

#### PRO LABORATORIO

#### Über eine neue Methode der Messung sehr kleiner Mengen von CO in Luft, Blut und Lunge

Die bisher üblichen Methoden haben den Nachteil, dass sie zeitraubend sind und daher für fortlaufende Registrierung nicht taugen und ausserdem nicht ge-

statten, weniger als 1 Teil CO auf 500 000 Teile Luft (oder Fremdgas) mit grösserer Genauigkeit zu bestimmen. Wir haben versucht, einen auf CO empfindlichen chemischen Reaktionsweg mittels spektro-photometrischer und elektronischer Messung ausfindig zu machen, und es gelang uns, ein Instrument zu bauen, welches gestattet, 1 Teil CO auf mehr als 100 Millionen Teile Luft zu messen und fortlaufend zu registrieren.

Es ist bekannt, dass HgO bei Erhitzung mit CO reagiert und Hg in dampfförmigem Zustand frei wird<sup>1,2</sup>. Die Menge des befreiten Hg ist proportional dem anwesenden CO und kann dann spectro-photometrisch bestimmt werden, indem man die Eigenschaft des Quecksilberdampfes benutzt, absorbierend auf die Hg-Resonanzlinie einer Hg-Lichtquelle zu wirken. Wir haben diese Idee ausgebaut und – je nach dem Verwendungszweck – eine Reihe von Instrumenten entwickelt, die handlich und transportabel sind.

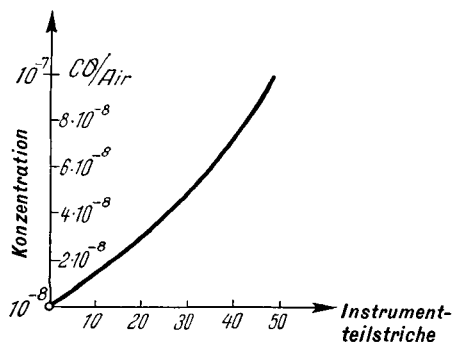


Abb. 1. Eichkurve im hoch sensiblen Bereich von 1 Teil CO auf 100 Millionen Teile Luft.

Ein derartiges Instrument besteht aus zwei Teilen: der chemischen Reaktionskammer und dem Quecksilberdampf-Messgerät. Die chemische Reaktionskammer besteht aus einem Ofen, der auf konstante Temperatur unterhalb 200°C gehalten ist und in dem sich zwei spiralförmig gewundene Rohre befinden. Beide enthalten eine kleine Reaktionskammer, in der sich HgO befindet. Die beiden Rohrsysteme sind an eine kleine Pumpe angeschlossen, die gleichzeitig ein Bezugsgas (Frischlufte bzw. mit CO bekannter Konzentration versetztes Gas) und CO-Gas unbekannter Konzentration in ein Quecksilberdampf-Messgerät hinübersaugt. In letzterem wird der frei gewordene Hg-Dampf gemessen. Das Gerät enthält eine zwecks höherer Empfindlichkeit besonders entwickelte Hg-Quarzlampe<sup>3,4</sup>, deren Lichtfluss im 2537-Å-Bereich, nach Filterung des sichtbaren Anteiles, durch zwei Gaszellen läuft und auf zwei UV.-empfindliche Photozellen fällt. Über einen Brückenverstärker wird der resultierende Photozellenstrom einem Zeigerinstrument zugeführt oder zwecks Registrierung einem Schreibgalvanometer. Der Empfindlichkeitsbereich kann durch einen Stufenschalter eingestellt werden. Im empfindlichsten Bereich, den wir derzeit praktisch kontrollieren können, entspricht 1 Skalenteil am Instrument einer Konzentration von 1 Teil CO auf 100 Millionen Teile Luft oder Fremdgas. Es zeigte sich, dass bei erhöhter Stabilisierung von Temperatur und Reaktion die Empfindlichkeit noch weiter gesteigert werden kann. Die Genauigkeit im derzeit höchsten

<sup>1</sup> J. D. McCULLOUGH et al., Anal. Chem. 19, 999 (1947).

<sup>2</sup> A. O. BECKMAN et al., Anal. Chem. 20, 674 (1948).

<sup>3</sup> V. TOMBERG, Strahlentherapie 59, 371 (1937).

<sup>4</sup> V. TOMBERG, Ber. Internat. Kongress für Lichtbiologie, Paris 21, 153 (1950).

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 gradierten 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.

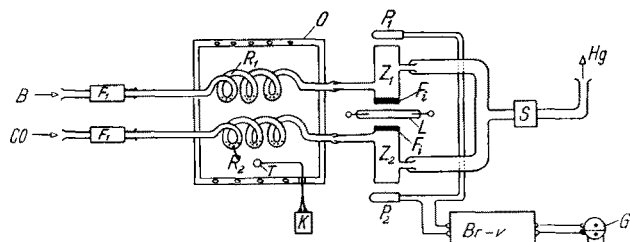


Abb. 2. Apparatur. CO-Gas und das Bezugsgas B werden durch die Pumpe S in das Apparatsystem hineingesaugt (Geschwindigkeit etwa 400 cm<sup>3</sup> je min). Zuerst gelangen die Gase über 2 Filter F<sub>1</sub> und F<sub>2</sub> (aktive Holzkohle, gemischt zu gleichen Teilen mit Silica-Gel und CaO) in die Rohrkreise (Inox-Stahlrohre) R<sub>1</sub> und R<sub>2</sub>, die mit roten HgO-Körnchen 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 Quecksilberdampfampe, 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-Å-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 Ausatemungs-luft 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

#### Zentrifugenfiltration mit hohen Drucken

Die Klarfiltration von Gewebsextrakten 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 entgegenzusetzen. Die Niederdruckfiltration im Vakuumfilterapparat mit maximal einer Atmosphäre Druck reicht dazu gewöhnlich nicht aus; ausserdem führt sie durch Austreten 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 Zentrifugenröhrchen 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 Zentrifugenröhr-

<sup>1</sup> H. BECHOLD, in ABDERHALDENS 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. 1 413 (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).