

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène  
**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit  
**Band:** 25 (1934)  
**Heft:** 2-3

**Artikel:** Lichtelektrische Bestimmung von Furfurol und Methylalkohol  
**Autor:** Mohler, H. / Benz, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-983262>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 28.12.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

### Zusammenfassung.

Es wurden systematisch Coli, Coliforme, Typhus und Paratyphus A und B, als typische Vertreter dieser Bakteriengruppe, in folgenden Nährsubstraten geprüft: gewöhnlicher Nähragar, Traubenzucker-Nähragar (als wohl meistens für diese Versuche gebraucht) und Traubenzucker-Nähragare, die bei gewissen pH-Werten gepuffert waren ( $\text{pH}=7,2$ ;  $\text{pH}=5,8$ ). Durch gleichzeitige Prüfung der pH-Werte wurde der Zusammenhang zwischen dem Eintreten der Reaktion und der entsprechenden Wasserstoffionen-Konzentration abgeklärt.

Es zeigte sich nun, dass die pH-Werte wohl fallen können (wie bei Typhus), die Neutralrot-Reaktion aber nicht eintritt: die erforderlichen rH-Verhältnisse sind dann nicht erfüllt. Zwar zeigen auch Paratyphus A und B eine positive, fluoreszierende Reaktion des Neutralrotes; die Reaktion ist aber nur mit Coli in Traubenzucker-Nähragar wirklich typisch. Hier sind die Oxydations-, Reduktion- und gleichzeitig auch die pH-Bedingungen erfüllt, die die charakteristische Verfärbung des Neutralrotes zur Voraussetzung haben.

Die Neutralrot-Reaktion hat zum Differenzieren von Coli gegen Coliform und Typhus grosse praktische Bedeutung; sie darf heute als Ausdruck bestimmter Oxydations-Reduktions-Zustände angesprochen werden.

## Lichtelektrische Bestimmung von Furfurol und Methylalkohol.

Von Dr. H. MOHLER und Dr. H. BENZ.

(Mitteilungen aus dem Chemischen Laboratorium der Stadt Zürich.)

### Lichtelektrisches Colorimeter.

Bei der Leistung des Auges zur Ermittlung von Farbunterschieden lässt sich nach N. E. Pestow<sup>1)</sup> zunächst eine Periode der Anpassung, die 1 bis 2 Sekunden dauert, unterscheiden, in der die Empfindlichkeit des Auges gegenüber dem betreffenden Farbton ansteigt, worauf eine Periode der höchsten Empfindlichkeit von einer Dauer von 3 bis 6 Sekunden (seit Beobachtungsbeginn) folgt. Schliesslich tritt eine Periode ein, in der das Auge zu ermüden beginnt (6 bis 7 Sekunden seit Beobachtungsbeginn) und in der seine Empfindlichkeit merklich abnimmt. Zu seiner Regenerierung braucht das Auge eine Pause von 5 bis 15 und mehr Sekunden, je nach dem Grade der Ermüdung. Zu diesen Schwierigkeiten kommt noch die individuelle Eigenheit des linken und des rechten Auges, sowie ganz allgemein eine unzureichende Empfindlichkeit des Auges gegenüber geringfügigen Farbunterschieden, die mit der Farbintensität zunimmt. Die physiologischen Nachteile des

<sup>1)</sup> Z. anal. Chem., 89, 9 (1932).

Auges können beim colorimetrischen Arbeiten immer wieder beobachtet werden und in ihnen ist die Ursache der unter Umständen ganz erheblichen Fehler zu suchen. Ohne diese Nachteile der Colorimetrie, die durch die physiologischen Eigenheiten des Auges bedingt sind, wäre sie beinahe unbeschränkt anwendbar.

Die Nachteile werden durch Ausschaltung des Auges bei der direkten Farbmessung behoben. Dies wird durch Anwendung der lichtelektrischen Colorimetrie erreicht, bei der das Auge durch Zellen ersetzt wird, die bei Belichtung von sich aus eine zur Betätigung eines Zeigerinstrumentes genügende elektromotorische Kraft liefern.

Die hier interessierenden Zellen beruhen auf dem Sperrschichtphotoeffekt, der in einer Elektronenauslösung durch Strahlung, also in einer direkten Umwandlung des Lichtes in elektrische Energie besteht. In den Sperrschichtphotozellen befindet sich zwischen zwei Elektroden ein Halbleiter, in dem durch Belichtung ausgelöste Elektronen durch eine Grenzfläche in die benachbarten Elektroden eintreten. Die Grenzfläche wirkt als Sperrschicht (d. h. als Sperr- bzw. Flussrichtung) und weist unipolare Leitfähigkeit auf.

Die Aufgabe der Herstellung solcher Zellen besteht darin, eine geeignete Sperrschicht zu gewinnen, die als Grenzsicht zwischen einem Halbleiter und einem Metall auftritt und zudem sollen die Zellen leicht anregbar sein. Vor allem kommen die Kombinationen Metall-Cuprooxyd und Metall-Selen in Betracht. Hier interessiert nur die Selenzelle. Ihre Herstellung ist nicht einfach. Ein Verfahren beruht darauf, dass Selen auf eine eiserne Unterlage aufgeschmolzen wird, wobei darauf zu achten ist, das Selen in seine metallische Modifikation zurückzuverwandeln. Die Eisenunterlage mit dem aufgeschmolzenen Selen bildet eine Elektrode. Als Gegenelektrode kann eine aufgedampfte, dünne, lichtdurchlässige Silberschicht dienen, welche durch eine feine Glimmerplatte vor mechanischen Verletzungen geschützt wird. Wirkt auf die Zelle Licht ein, so entsteht ein elektromotorischer Strom, der durch ein zwischen die beiden Elektroden eingeschaltetes Instrument gemessen werden kann. Die erzeugte photoelektrische Kraft ist verhältnismässig gross und beträgt beispielsweise bei der von der süddeutschen Telefon-Apparate, Kabel- und Drahtwerke A.-G., Nürnberg, hergestellten Selenzelle annähernd 0,3 Volt/Lux.

Wird vor die Zelle eine lichtabsorbierende Substanz gebracht, so wird der Photostrom vermindert. Darauf beruht die Anwendungsmöglichkeit der lichtelektrischen Zelle in der Colorimetrie.

Da die Zellen ohne äussere Hilfsspannung unmittelbar unter dem Einfluss einer Strahlung Strom liefern, könnte eine Messeinrichtung dem Prinzip nach aus Lichtquelle, Zelle und Messinstrument bestehen. Zur Erhöhung der Empfindlichkeit und um unabhängig von den Spannungsschwankungen

der zur Erzeugung der Strahlung nötigen Lampe zu sein, erwies sich nach Versuchen von *B. Lange*<sup>2)</sup> vorteilhaft, mit zwei Zellen in Kompensationschaltung zu arbeiten. Dabei können gleichfalls allfällige Unregelmässigkeiten der Zellen durch Verschieben des Kompensationswiderstandes ausgeglichen werden. *B. Lange* konstruierte auf Grund dieser Ueberlegungen ein lichtelektrisches Colorimeter.

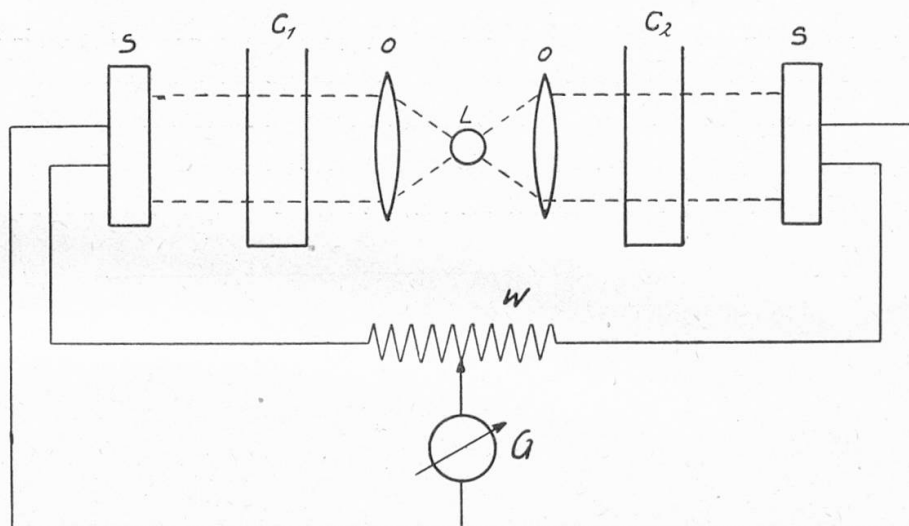


Abb. 1.

In Anlehnung an die Apparatur von *B. Lange* wurde auf unsere Veranlassung von Ingenieur *E. Schiltknecht*<sup>3)</sup> das in Abbildung 1 schematisch dargestellte Instrument konstruiert, das anstelle der von *Lange* verwendeten Kupfer-Cuprooxydzellen mit Selenzellen arbeitet.

Die in einem Gehäuse eingebaute Lampe (L) dient als Lichtquelle. Die Strahlen der Lampe werden durch Linsen (O) parallel durch die Küvetten ( $C_1$  und  $C_2$ ) auf die Photozellen (S) zur Einwirkung gebracht. Die Zellen befinden sich in einer Brückenkombination, deren Gleichgewicht durch einen Widerstand (W) einstellbar ist. Im Nullzweig befindet sich das Messinstrument (G), dessen Empfindlichkeit durch einen weiteren Widerstand geregelt werden kann.

Ist die Beleuchtungsintensität beider Zellen gleich gross, so fliesst bei abgeglicherer Brücke kein Strom durch das Messinstrument. Ändert sich die Lichtintensität durch Adsorption, so zeigt das Messinstrument einen entsprechenden Ausschlag an. Bestimmt man die Ausschläge für verschiedene Konzentrationen, so wird durch Auftragen der Ausschläge (Millivolt) gegen die Konzentration in einem Koordinatensystem eine Eichkurve erhalten, die es gestattet, die Konzentration einer gleichen Lösung unbekannten Gehaltes aus dem Ausschlag des Instrumentes zu bestimmen.

Die Anwendungsmöglichkeit des Instrumentes soll an zwei Beispielen gezeigt werden.

<sup>2)</sup> Die Chemische Fabrik, 5, 457 (1932).

<sup>3)</sup> Zürich, Arterstrasse 26.



### Bestimmung des Furfurols.

Furfurol lässt sich auf Grund der bekannten Rotfärbung, die mit Anilin und Salzsäure entsteht, colorimetrisch bestimmen.

Es wurden Lösungen von 0,25 bis 5 mg Furfurol in 100 cm<sup>3</sup> Alkohol (40 Vol.%) hergestellt und mit diesen Lösungen die Eichkurve bestimmt.

Beide Küvetten wurden mit 20 cm<sup>3</sup> destillierten Wassers versetzt, in den Apparat eingesetzt, die Lampe eingeschaltet und der Zeiger des Instrumentes mittels des Widerstandes auf Null gestellt. Hierauf wurde die Küvette C<sub>1</sub> entleert, mit 20 cm<sup>3</sup> Furfurollösung bekannten Gehaltes in der Grenze zwischen 0,25 und 5 mg (in 100 cm<sup>3</sup> Alkohol 40 Vol.%) beschickt, 10 Tropfen farblosen, frisch destillierten Anilins und 2 Tropfen konzen-

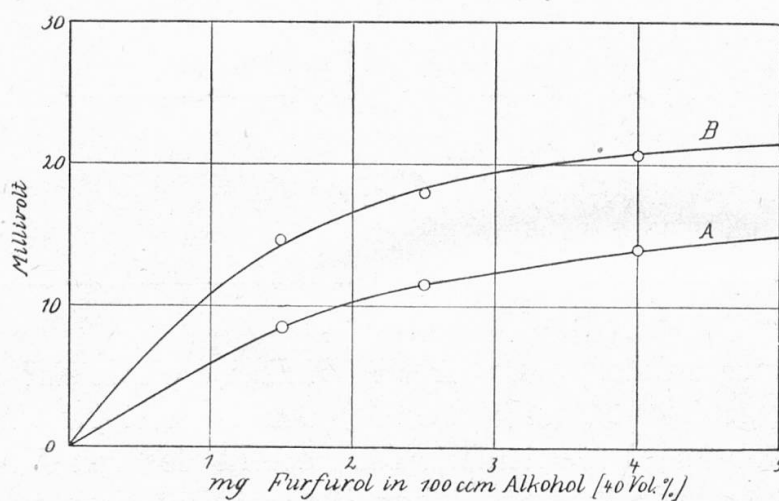


Abb. 2.

trierte Salzsäure zugegeben und mit einem feinen Glasstäbchen durchgemischt. Bald trat die Rosafärbung auf. Nach 15 Minuten Stehen wurde jeweils die Messung ausgeführt und die in Abbildung 2 dargestellte Eichkurve A erhalten. Die in der Abbildung durch Kreise markierten Werte sind Kontrollpunkte. Sie lassen die Fehlergrenze erkennen.

Wie schon B. Lange zeigte, kann durch Anwendung eines komplementär gefärbten Filters die Messgenauigkeit erhöht werden. In unsern Versuchen wurde dies bestätigt. Kurve B der Abbildung 2 wurde mit einem Grünfilter erhalten.

### Bestimmung des Methylalkohols.

Als Grundlage diene das von Th. von Fellenberg<sup>4)</sup> abgeänderte Verfahren von Denigès. Zur Verwendung gelangten Lösungen von 0,05 bis 0,5 cm<sup>3</sup> Methylalkohol in 100 cm<sup>3</sup> Aethylalkohol (4 Vol.%).

Je 20 cm<sup>3</sup> der Methylalkohollösung von bekanntem, in der erwähnten Größenanordnung liegendem Gehalt wurden in einen Schüttelzylinder gebracht, mit 4 cm<sup>3</sup> Kaliumpermanganatlösung (2,5%), 4 cm<sup>3</sup> Schwefelsäure

<sup>4)</sup> Diese Mitt., 20, 42 (1929).

(1:10) versetzt, durchgeschüttelt und genau 1 Minute stehen gelassen. Hierauf wurden 2 cm<sup>3</sup> Oxalsäure (8%) zugefügt\*), durchgemischt und zu der als bald klaren, braungelben Lösung 2 cm<sup>3</sup> konzentrierte Schwefelsäure und 10 cm<sup>3</sup> fuchsin-schweiflicher Säure (bereitet durch Lösen von 5 g Fuchsin Merck krist., 12 g Natriumsulfit und 100 cm<sup>3</sup> n-Schwefelsäure zum Liter) hinzugegeben. Nach dem Durchmischen wurde 30 Minuten stehen gelassen,

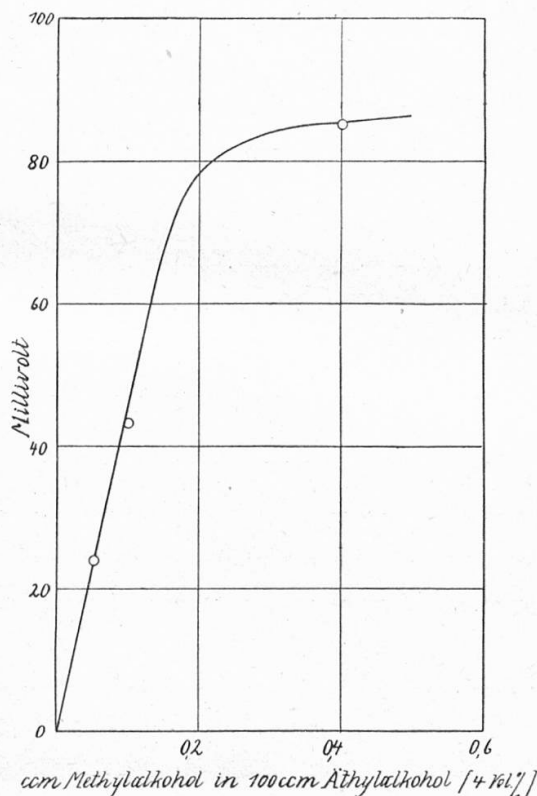


Abb. 3.

20 cm<sup>3</sup> der Lösung in Küvette C<sub>1</sub> abpipettiert und die Messung in der beschriebenen Weise vorgenommen. Die Eichkurve ist in Abbildung 3 wiedergegeben. Die Kreise zeigen Kontrollwerte an.

Mit andern Selenzellen würden voraussichtlich nicht die gleichen Kurven erhalten werden, da der Herstellung identischer Zellen noch bedeutende technische Schwierigkeiten entgegenstehen. Für jede einzelne Apparatur ist daher eine besondere Eichung nötig, die von Zeit zu Zeit zu wiederholen ist.

Das lichtelektrische Colorimeter lässt sich auch in andern als den beschriebenen Fällen anwenden.

\*) Bei Konzentrationen von unter 0,1 cm<sup>3</sup> Methylalkohol in 100 cm<sup>3</sup> Äthylalkohol (4 Vol.%) empfiehlt sich die Zugabe von 2,3 cm<sup>3</sup> Oxalsäure, statt 2,0 cm<sup>3</sup>.