

## Werk

**Titel:** Die Fizeausche Methode zur Bestimmung der Ausdehnung fester Körper und ihre Anwen...

**Untertitel:** Fortsetzung

**Autor:** Scheel , Karl

**Ort:** Braunschweig

**Jahr:** 1907

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110\\_0022](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0022) | LOG\_0132

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

# Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte

über die

Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

XXII. Jahrg.

4. April 1907.

Nr. 14.

## Die Fizeausche Methode zur Bestimmung der Ausdehnung fester Körper und ihre Anwendung zur Ermittlung anderer physikalischer Konstanten.

Von Prof. Karl Scheel.

(Originalmitteilung.)

(Fortsetzung.)

3.

Die überaus günstigen Bedingungen für die Temperaturkonstanz des Erhitzungsgefäßes, welche durch dessen fast vollkommene Einbettung in einen Dampfmantel geliefert waren, legten den Gedanken nahe, mit einem nach gleichen Gesichtspunkten konstruierten Abkühlungsgefäß die Ausdehnungsversuche nach der Fizeauschen Methode bis zur Temperatur der flüssigen Luft hinab fortzusetzen. Solche Versuche schienen um so mehr erwünscht, als es auf andere Weise ungemein schwierig ist, die Ausdehnung fester Körper absolut in dem genannten Intervalle zu bestimmen.

Das zu den Versuchen benutzte Abkühlungsgefäß *A* (Fig. 2), welches dazu bestimmt ist, vollkommen in flüssige Luft unterzutauchen, ist mit drei Messingröhren *ts* an einem von drei Streben *S* gehaltenen Messingring *R* innerhalb eines starken eisernen Dreifußes aufgehängt. Es besteht aus einem zylinderförmigen Messinggefäß von 10 cm Höhe und 9 cm Durchmesser, und zwar bildet der Zylindermantel mit dem Zylinderboden ein einheitliches, kappenförmiges Stück, welches von unten her gegen den oberen mit einem Rande *k*

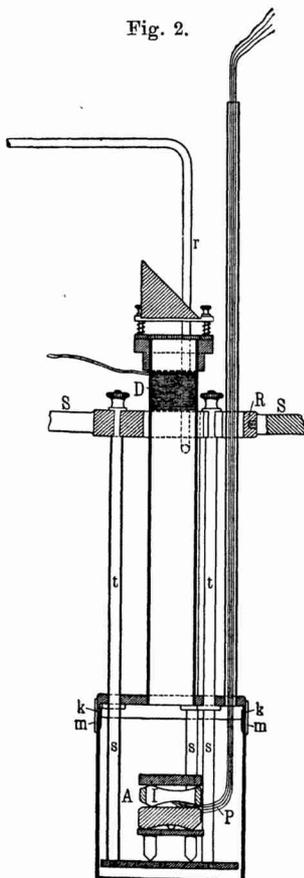
versehenen Boden herangeschoben und mit diesem verlötet werden kann. Diese Lötung wurde nötig, weil es unmöglich war, das Gefäß durch einen Schraubverschluß zu dichten. Sie erfolgte durch einen nach Art des Verschlusses der Sardinenbüchsen an-

gebrachten Messingstreifen *m*, welcher bei Beendigung der Versuche einfach mit der Zange abgedreht wurde. Auf diese Weise konnte das Verschließen und Öffnen des Gefäßes ohne nennenswerte Erschütterung des Aufbaues bewerkstelligt werden.

An dem oberen Boden des Abkühlungsgefäßes hängt mittels dreier Messingsäulchen *s* eine Plattform, auf welcher der aus Bergkristall bestehende Interferenzapparat *I* mit Zwischenschaltung eines Dreifußchens aufgebaut ist. Auf diese Weise ist es möglich, zunächst an dem Interferenzapparat alle nötigen Justierungen vorzunehmen und erst dann durch Überziehen und Verlöten der Kappe das Innere des Abkühlungsgefäßes gegen die Umgebung abzuschließen.

In der Mitte des oberen Bodens des Abkühlungsgefäßes ist ein 3 cm weites und etwa 20 cm langes Messingrohr aufgesetzt, durch welches das Licht von oben her zum Interferenzapparat tritt und nach Reflexion an den spiegelnden Quarzflächen wieder zum Beobachtungsrohr zurückgeleitet wird. Das Rohr trägt oben eine Kappe mit eingedrehten Lagern, für eine den Apparat luftdicht abschließende eingekittete Glasplatte und die Fassung des die Lichtstrahlen in den Apparat leitenden, total reflektierenden Prismas. Um das Abspringen der Kittung und das Beschlagen der Glasflächen zufolge der nach oben fortschreitenden Abkühlung des Messingrohres zu verhindern, war auf den oberen Teil dieses Rohres eine Drahtspule *D* aufgewickelt, welche elektrisch so weit erhitzt wurde, daß der Kopf des Apparates dauernd handwarm blieb. — Endlich diente ein an das Mittelrohr angesetztes enges Messingrohr *r* zur Verbindung des Gefäßinneren mit einer Luftpumpe bzw. einem Gasreservoir.

Zur Messung der Temperatur diente ein für den vorliegenden Zweck besonders hergestelltes Platinwiderstandsthermometer *P*, dessen vier isolierte Zuleitungsdrähte frei durch ein enges auf den oberen Boden des Abkühlungsgefäßes aufgesetztes Messingrohr durchgezogen und in dieses luftdicht mit Siegellack eingekittet waren. Der Widerstandsdraht des Platinthermometers wurde nicht wie üblich auf ein Glimmerkreuz, sondern auf ein Glimmerviereck aufgewickelt, welches nur so hoch war, daß es noch in den Hohlzylinder *I* aus Bergkristall hineinpaßte und die Mitte für den Strahlengang bzw. für zwischenzustellende Körper bei relativen Messungen freiließe. Die Abkühlung des Apparates erfolgte in einem 32 cm



tiefen und nahezu 13 cm weiten zylindrischen Vakuummantelgefäß, welches, sowohl um die Hantierung mit ihm zu erleichtern, als auch um den Beobachter im Falle der Zertrümmerung des Gefäßes zu schützen, fast vollkommen in ein Holzgefäß eingesenkt war. Das Vakuummantelgefäß wurde zunächst leer von unten her über den Apparat geschoben und in seiner Lage fixiert. Erst dann begann man das Gefäß mit flüssiger Luft zu füllen, anfangs langsam, später in schnellerem Tempo, bis nach etwa einer halben Stunde der Flüssigkeitsspiegel 10 bis 12 cm über dem oberen Boden des Abkühlungsgefäßes stand. Inzwischen zählte man die im Gesichtsfelde bei der Abkühlung vorüberwandernden Interferenzstreifen, welche nach ein bis zwei Stunden vollständig zur Ruhe kamen und während einer wenigstens eine halbe Stunde dauernden Periode ihre Lage nicht mehr änderten. Während dieser selben Periode blieben auch die Angaben des Platinthermometers auf weniger als  $0,1^{\circ}$  konstant, so daß angenommen werden darf, daß während dieser zu den eigentlichen Beobachtungen benutzten Zeit auch der Interferenzapparat die vom Platinthermometer angezeigte Temperatur hatte. Später trat, entsprechend der sich ändernden Zusammensetzung der flüssigen Luft ein langsamer Anstieg der Temperatur und demzufolge eine fortschreitende Lagenänderung des Streifensystems ein, die durch Nachfüllen von flüssiger Luft teilweise rückgängig gemacht werden konnte.

Der Verbrauch an flüssiger Luft war über Erwarten gering; er betrug bis zum Ende eines Versuches 4 bis 5 Liter, wovon 2 Liter noch nachträglich zu anderen Versuchen benutzt werden konnten. Ein erheblicher Teil dieses Verbrauchs ist den fünf Messingrohren zuzuschreiben, welche die Oberfläche der flüssigen Luft durchsetzten, und den außerhalb und innerhalb der Flüssigkeit befindlichen großen Metallmassen.

Es ist schon oben darauf hingewiesen, daß wegen der optischen Veränderung, welche die Luftplatte beim Übergange von einer Temperatur auf eine andere erfährt, eine Korrektur anzubringen ist, welche bei den Versuchen oberhalb Zimmertemperatur leicht berechenbar war. Bei den Versuchen bis zur Temperatur der flüssigen Luft nimmt diese Korrektur aber Beträge an, welche im sichtbaren Spektrum zwischen  $-190$  und  $+16^{\circ}$  von etwa 35 bis 60 Streifenintervallen variieren und somit die zu beobachtende Ausdehnungsgröße, die zwischen 45 und 70 Streifenintervallen liegt, nahezu verdecken. Da ihre Beträge außerdem nicht mit genügender Genauigkeit berechenbar erschienen, so war es notwendig, die Versuche im Vakuum anzustellen, in welchem man ja von der genannten Korrektur ganz frei wird und wofür der oben beschriebene Apparat von vornherein eingerichtet war.

Ein besonderes Augenmerk mußte man darauf richten, die Anzahl der ganzen durch das Gesichtsfeld gewanderten Streifenintervalle nach der Abbeschen Methode zu bestimmen, da eine direkte Zählung häufig nicht ausführbar war. Hierfür reichten aber

bei dem großen Verschiebungsintervall die Quecksilberlinien allein nicht mehr aus, nachdem man auch auf die Verwendung der Wasserstofflinien wegen ihrer geringen Interferenzfähigkeit bei dem großen Gangunterschied, etwa 50000 Wellenlängen, hatte verzichten müssen. Es wurde darum die seither verwendete Wasserstoff-Spektralröhre durch eine ebensolche mit Helium gefüllte ersetzt, welche, wie früher die Wasserstoffröhre, einen Tropfen Quecksilber enthielt. Durch die gleichzeitige Verwendbarkeit der meisten (8) Helium- und (4) Quecksilberlinien erzielte man auf diese Weise einen für alle Fälle genügenden Linienreichtum.

Wie weit die Messungen in den verschiedenen Spektralfarben übereinstimmende Werte ergeben, möge aus der folgenden kleinen Tabelle als Beispiel entnommen werden.

Ausdehnung des Quarzringes der Reichsanstalt zwischen  $-192,02$  und  $16^{\circ}$ .

$\lambda/2$	Streifenverschiebung in $\lambda/2$	Ausdehnung in $\mu$	$B - M$ in $\mu$
0,3528	44,311	15,633	+ 0,003
0,3076	50,746	15,609	- 0,021
0,2890	54,053	15,621	- 0,009
0,2730	57,237	15,626	- 0,004
0,2524	61,953	15,637	+ 0,007
0,2508	62,355	15,639	+ 0,009
0,2461	63,527	15,634	+ 0,004
0,2356	66,341	15,630	0,000
0,2179	71,777	15,640	+ 0,010

Mittel . . . . 15,630

Die Tabelle enthält in der ersten Spalte die halbe benutzte Wellenlänge, in der zweiten die beobachtete Streifenverschiebung und in der dritten die durch Multiplikation beider sich ergebende Ausdehnung des Quarzringes. Die Zahlen der dritten Spalte sollten für alle Spektralfarben einen konstanten Wert ergeben; wieweit diese Forderung erfüllt ist, zeigen die Zahlen der letzten Spalte, welche die Abweichung vom Mittel im Sinne: Beobachtung minus Mittel darstellen. Die mittlere Abweichung vom Mittel beträgt  $0,007 \mu$ , also absolut genommen weniger als ein Hunderttausendstel eines Millimeters, entsprechend etwa  $\frac{1}{2}$  Prom. der ganzen gemessenen Größe. Dies ist derselbe Betrag, bis auf welchen die einzelnen Messungsreihen als sicher anzusehen sind; er entspricht einer Temperaturunsicherheit von etwa  $\pm 0,15^{\circ}$ .

Außer an dem Quarzringe der Reichsanstalt sind noch Messungen an einem der Firma Carl Zeiss in Jena gehörigen Quarzring von kleineren Abmessungen (Höhe etwa 10 mm), sowie relativ zum Quarzring der Reichsanstalt an den schon oberhalb Zimmertemperatur untersuchten Zylindern aus Platin, Palladium und Quarzglas vorgenommen. Die gewonnenen Schlussergebnisse, teilweise auch diejenigen oberhalb Zimmertemperatur, welche auf runde Temperaturen bezogen und mit einem entsprechenden Reduktionsfaktor auf die Längenänderung eines Meters aus dieser Substanz umgerechnet sind, sind in der folgenden Tabelle mitgeteilt.