



Dipl. Ing. D. Bercovitz & Sohn
BERLIN-SCHÖNEBERG



ELEKTRYK
Telemechanika-Radjotechnika System Dr. A. Dresler
Technika Pomiarowa
Lwów, ul. Szajnoch 2.
telef. 258-58.

FILTER-PHOTRON-ELEMENT

Type 25 F

LN.20

500 - XII - 33

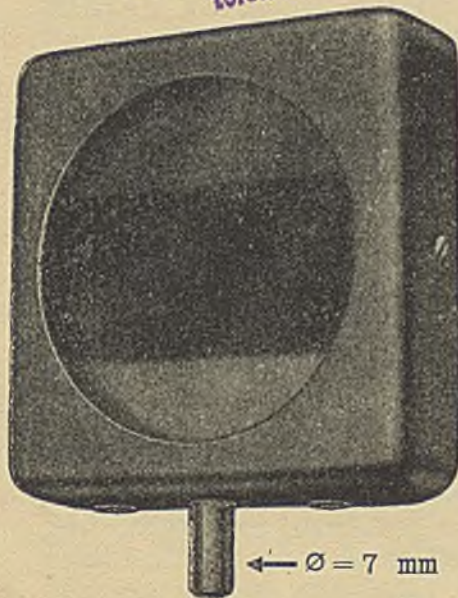


Fig. 1

Dimensionen: 77x77x17 mm

Gewicht: 200 g

Wirksame Fläche: 25 cm²

Das Filter-Photron-Element ist die Verbindung eines Photron-Sperrschichtelementes mit einem Filter nach Angaben von Dr. A. Dresler. Die Anordnung besitzt genau die spektrale Empfindlichkeitsverteilung des menschlichen Auges. Sie stellt daher ein äußerst einfaches Mittel zur exakten, objektiven Photometrie beliebig farbiger Lichtquellen dar.

Aus der besonderen Filteranordnung (D.R.P.a.) erklärt sich die hohe Wirtschaftlichkeit des Elementes, die bei Glühlampenlicht und 100 Ω trotz der Filterung ca. 0,3 μA pro Lux beträgt. Dieser Wert versteht sich für Fälle, in denen der äußere Widerstand klein ist im Verhältnis zu dem des Photronelementes. *) (s. Fig. 3 und die Angaben der Druckschrift MN 68.)

Das Filter-Photron-Element wird in einem sehr robusten Metallgehäuse fertig zum Anschluß eines Galvanometers und zum Aufbau auf eine optische Bank oder dgl. geliefert. Die Achse des in Fig. 1 sichtbaren Haltezapfens liegt genau in der Oberfläche des Photron-Elementes. Der Preis schließt die Exakte Justierung auf die Augenempfindlichkeitskurve ein. Jedes Filter wird individuell im Bereich des ganzen sichtbaren Spektrums justiert und geprüft. Filter und Photronelement bilden danach eine untrennbare Einheit und behalten die Justierung dauernd bei. Als Filtergläser gelangen nur vollkommen lichtechte, schlierenfreie, planparallele Jenaer Farbgläser zur Verwendung.

Auf Wunsch werden passende Galvanometer mit Filterphotronelementen zusammen in Lux geeicht. Ebenso können beliebige Sperrschichtelemente mit Filter versehen und abgeglichen werden. Preise auf Anfrage.

*) Geeignete Galvanometer s. Tabelle am Schluß.

Hersteller:

Dipl. Ing. D. Bercovitz & Sohn

Berlin-Schöneberg
Belziger Straße 61

Will man aber eine Zelle in obiger Weise für Licht beliebiger spektraler Zusammensetzung verwenden, so müssen Mittel gefunden werden, um den Empfindlichkeitsverlauf der Zelle künstlich so abzuändern, dass er sich mit dem des menschlichen Auges in allen Punkten deckt. Bis zu einem gewissen Grade lässt sich diese Forderung durch Vorsetzen eines einzigen passend gefärbten Glasfilters erreichen. Dies gelingt jedoch nur in den allerseltensten Fällen mit ausreichender Genauigkeit, da die Zahl der technisch brauchbaren Filter beschränkt ist. Ein anderer, aber auch nicht vollkommener Weg ist die Verwendung mehrerer Filter hintereinander. Diese Anordnung hat ausser der Ungenauigkeit noch den Nachteil, dass mit erheblichen Absorptionsverlusten zu rechnen ist, da die Zelle hierbei weitgehend überkompensiert wird.

Die vollkommene Lösung des gestellten Problems ist das nach Angabe von Dr. A. D r e s l e r hergestellte Filter-Photronelement (D.R.P.a.) Bei diesem werden der lichtempfindlichen Oberfläche zwei Filter vorgeschaltet, die jedoch weder einander noch die lichtempfindliche Fläche vollkommen zu bedecken brauchen. Zur Verwendung gelangen ein Grün- und ein Gelbfilter.

Es wurde zunächst durch Rechnung festgestellt, welcher Anteil der Zellenoberfläche gemeinsam von beiden Filtern bedeckt werden muss, und welche Teile den beiden Filtern jeweils allein zukommen. Dort, wo das Grünfilter allein über der Zelle liegt, sichert es ihr die notwendige Blauempfindlichkeit, die in der Hintereinanderschaltung beider Filter von Gelbfilter unterdrückt wird, während das Gelbfilter allein die sonst vom Grünfilter zu stark gedämpfte Rotempfindlichkeit wieder herstellt. Eine derartige Filteranordnung ist gegen die Veränderung der drei Flächenanteile so empfindlich, dass man damit die Unterschiede in der spektralen Empfindlichkeit der einzelnen Zellen untereinander berücksichtigen und jede Zelle durch dieselben Filter mit gleicher Genauigkeit an die Augenempfindlichkeitskurve anpassen kann.

Bei der Eichung der Zelle, d.h. bei dem Verändern der drei Flächenteile durch relatives Verschieben der Farbgläser wird sorgfältig kontrolliert, ob die Zelle den Werten der Augenempfindlichkeit in den verschiedensten Spektralbereichen gleichkommt. Deshalb wird mit Hilfe eines Flimmerphotometers ein Vergleich der Zelle mit rotem, weissem und blauem Licht sowie mit extrem auseinanderliegenden Selektivstrahlern (Natriumdampflampe, Neonlampe, Quecksilberdampflampe) durchgeführt.

Durch die Vorschaltung der Filter wird die Gesamtempfindlichkeit der Zelle naturgemäss herabgesetzt. Eine eindeutige Zahlenangabe hierfür ist jedoch nicht möglich, da das Verhältnis zwischen den Photoströmen der gefilterten und ungefilterten Zelle weitgehend von der spektralen Empfindlichkeit der ungefilterten Zelle und der Energieverteilung der jeweils benutzten Lichtquelle abhängig ist. Für das Photronelement und normales Glühlampenlicht liegt das Verhältnis beider Photoströme in der Grössenordnung von 0,3 : 1.

Da die mit der Filterkombination versehene Zelle bei schrägem Lichteinfall nicht dem Lambertschen Cosinusetz folgen kann, so muss bei der Verwendung darauf geachtet werden, dass mit möglichst senkrechtem Lichteinfall gearbeitet wird, wodurch Messungen der Raumbelichtung bei Vorhandensein reflektierender Wände usw. nur bedingt ausführbar sind. Dagegen eignet sich die Filteranordnung zu jeder Art photometrischer Untersuchungen, wobei sie subjektiv wirkende Instrumente völlig ersetzt. Mit Rücksicht auf das bei solchen Messungen häufige Arbeiten an der Photometerbank ist die gefilterte Zelle als untrennbare Einheit von Filter und Zelle in einem robusten Metallgehäuse untergebracht und ein Zapfen derart am Gehäuse angebracht, dass die Verlängerung seiner Längsachse genau durch die Zellenoberfläche geht. Dadurch ist erreicht, dass nach Anbringung auf einem der üblichen Füsse das Filteraggregat um beliebige Winkel drehbar ist, sodass verschiedene Lichtquellen in genau definierten Entfernungen miteinander verglichen werden können.

TRAGBARE GALVANOMETER
zum Anschluss an das Filter-Photron-Element
(Skalenlänge 100 mm)

Beleuchtungsstärke für Vollausschlag	Widerstand	Empfindlichkeit
25 bis 40 Lux	1700 Ω	5 x 10 ⁻⁸ A/mm
40 " 150 "	150 "	1,5 x 10 ⁻⁷ "
150 " 600 "	300 "	5 x 10 ⁻⁷ "
600 " 1500 "	60 "	2 x 10 ⁻⁶ "
1500 " 3000 "	60 "	5 x 10 ⁻⁵ "
über " 3000 "	27 "	1 x 10 ⁻⁵ "

Instrumente mit mehreren eingebauten Messbereichen auf Anfrage.

Ein Strahlungsempfänger mit genau der gleichen Spektral-
Empfindlichkeit wie das menschliche
Auge.

Das menschliche Auge empfindet energiegleiche aber verschiedenen farbige Beleuchtungen verschieden hell.

Bislang hat die Lichtmesstechnik sich darauf beschränkt Beleuchtungsstärken unter Zuhilfenahme geeigneter Vorrichtungen miteinander zu vergleichen, wobei den eigentlichen Vergleich schliesslich das menschliche Auge zu leisten hatte. Da nun wegen seiner oben geschilderten Eigenart das menschliche Auge solche Vergleiche auf der Basis seiner spektralen Augenempfindlichkeit, also nicht allein auf Grund der wirklichen Energieverhältnisse anstellt, war man gezwungen die lichttechnischen Messeinheiten auf die Augenempfindlichkeit zu beziehen. So kommt es, dass z.B. die Messgrösse der "Kerze" im Grunde genommen nur eine Reizstärke des Auges und kein direktes Mass für Strahlungsleistung darstellt. Dasselbe gilt für alle weiteren von dieser Einheit abgeleiteten lichttechnischen Grössen, wie z.B. das "Lux".

Es erhebt sich nun die Frage, was geschieht, wenn das Auge durch ein strahlungsempfindliches Mittel ersetzt werden soll. Aus der Reihe der bisher bekannten Strahlungsempfänger wollen wir die photoelektrisch wirkenden herausgreifen und hier besonders die Sperrschichtzelle betrachten. Bei ihr wird Licht direkt in elektrischen Strom umgewandelt. Der entstehende Strom steht in einem einfachen und eindeutigen Verhältnis zur auffallenden Lichtenergie. Genau wie das Auge "sieht" die Zelle Licht verschiedener Farben verschieden hell. Die Farbenempfindlichkeitsverteilung (spektrale Empfindlichkeit) ist aber von der des Auges verschieden. +) Sie sieht gewisse Farben heller, andere weniger hell als das Auge, Mischfarben also falsch. Will man nun die Zelle dazu benutzen, Beleuchtungsstärken in einer Masseinheit zu messen, der, wie oben geschildert, die menschliche Augenempfindlichkeit zu Grunde liegt, so ist das Messergebnis nur mit Einschränkungen brauchbar.

Um über diese Schwierigkeiten hinwegzukommen, gibt es einen einfachen Weg, nämlich die Umwertung des von der Zelle gelieferten Stromes in Einheiten der Beleuchtungsstärke "Lux" für Licht genau definierter Zusammensetzung, z.B. Licht einer Glühlampe bestimmter Fadentemperatur. Die so erhaltene Eichung ist dann nur für diese eine Lichtart genau, während bei anderm Licht Korrekturen erforderlich sind.

+) s. Fig. 2.

Merkblatt zur Benutzung des Filter-Photron-Elementes, System Dr.A.Dresler

Die Eichung der Filterzelle auf die spektrale Augenempfindlichkeit erfolgt mit Hilfe von Gasentladungslampen (Neon, Natrium und Quecksilber) und Glühlampen nach der Flimmermethode durch mindestens drei farbtüchtige, geübte Photometriker. Die Auswahl der Gasentladungslampen, nach Bedarf unter Vorschaltung geeigneter Filter, erfolgt in der Weise, dass der ganze sichtbare Spektralbereich, in einzelne Stufen getrennt, untersucht wird. Da gleichzeitig mit Hilfe von Glühlampen die Richtigkeit der Filtereinstellung für kontinuierliche Spektren kontrolliert werden kann, und ungefilterte Zelle sowohl wie die vorgeschalteten Filter kontinuierliche Empfindlichkeits-, bzw. Durchlässigkeitskurven besitzen, kann nach Vornahme einer ausreichenden Anzahl von Kontrollmessungen mit recht erheblicher Sicherheit gesagt werden, dass das mit den subjektiven Messungen übereinstimmende, also geeichte Filter-Photron-Element eine spektrale Empfindlichkeit besitzt, die mit der mittleren Augenempfindlichkeit der Beobachter übereinstimmt. Grössere Abweichungen als $\pm 3\%$ sind bei den bisherigen Eichungen nicht vorgekommen.

Auf Grund dieser Verhältnisse ist - das muss auf das Nachdrücklichste betont werden - trotzdem durchaus nicht ausgeschlossen, dass einmal bei Verwendung einer anderen photometrischen Methode, dann aber auch bei Beobachtern, die, wie es öfter vorkommt, gesteigerte Rot- oder Blauempfindlichkeit haben, sich Abweichungen zwischen subjektiver Messung und Angabe der Filterzelle herausstellen können. Bei der Messung von blauen und blaugrünen Lichtern kommt als weitere Fehlerquelle die häufig sehr geringe Photometerfeldleuchtdichte hinzu, sodass der Beobachter, da er dann dunkel adaptiert ist, einen ganz anderen Wert messen muss als die auch im Blauen auf das helladaptierte Auge abgeglichene Filterzelle. (Purkinje-Phänomen)

Alle diese Möglichkeiten zeigen deutlich, worauf es bei der Verwendung des Filter-Photron-Elementes ankommt: Nicht darauf, ob in allen Fällen der jeweilige Beobachter subjektiv mit irgend einem Photometer nach irgend einem Verfahren genau dasselbe wie die Zelle misst, sondern, dass er in dem Filterelement ein objektives Photometer besitzt, das nach bestimmten Gesichtspunkten im ganzen sichtbaren Spektralgebiet sorgfältig an die Messungen einiger geübter Photometriker angeglichen ist, er also die Möglichkeit hat, schwierige heterochromatische Messungen ausserordentlich schnell und einfach mit einer stets reproduzierbaren Genauigkeit zu machen, und zwar auf einer sorgfältig definierten Basis, die von den Zufälligkeiten seiner subjektiven Messung unabhängig ist.

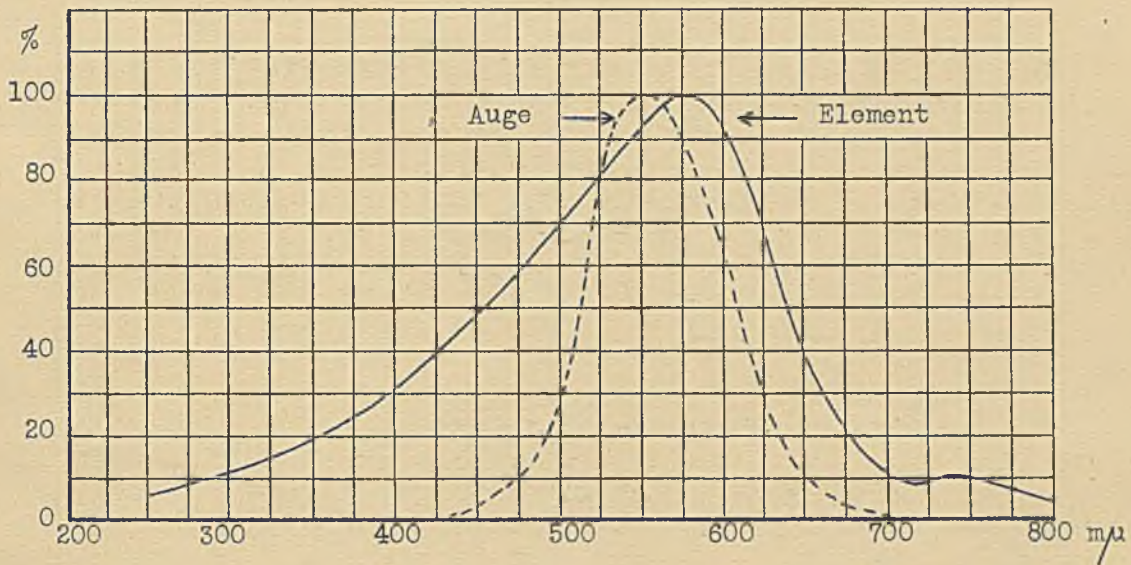


Fig. 2. Vergleich der spektralen Empfindlichkeit des ungefilterten Elementes mit der des Auges.

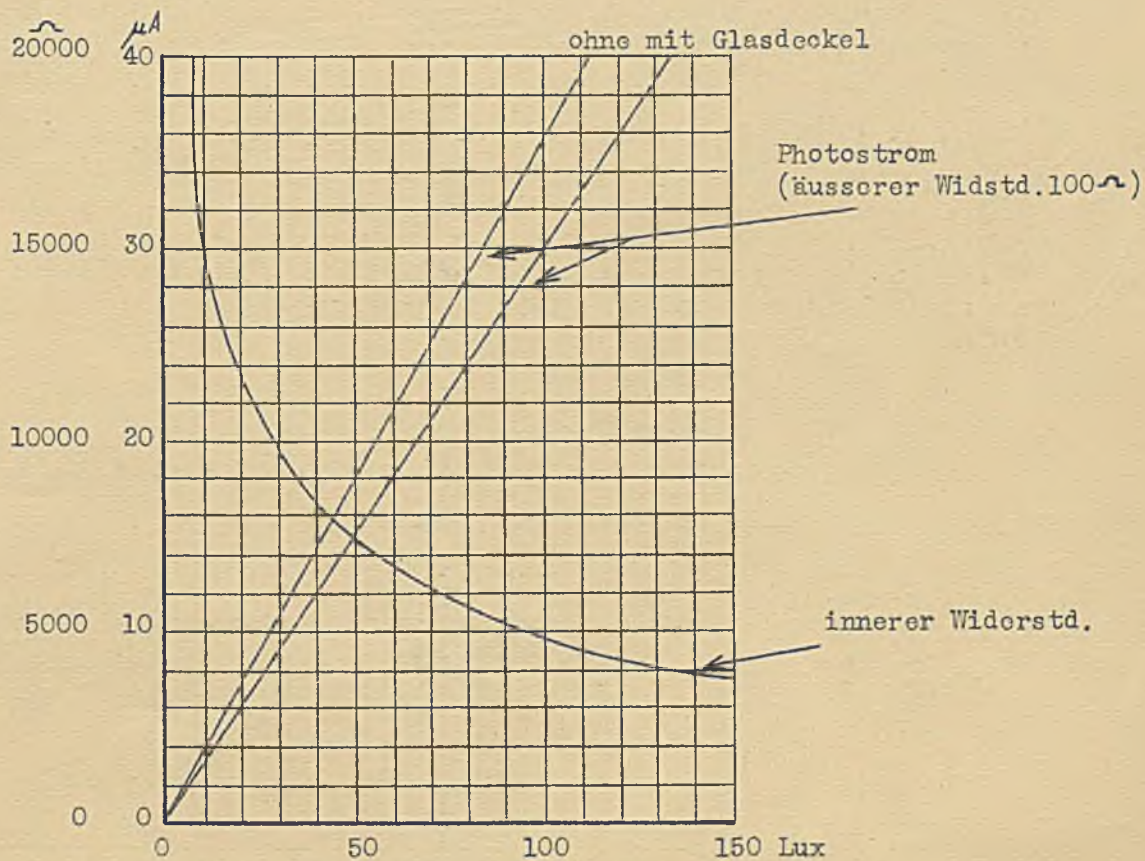


Fig. 3 Photostrom und innerer Widerstand des Filterelementes.

