

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK  
DEUTSCHE AKADEMIE  
DER LANDWIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN ZU BERLIN

---

ARCHIV  
FÜR  
GARTENBAU

AKADEMIE-VERLAG · BERLIN



1965 · 13. BAND · HEFT 3

Herausgeber: Deutsche Demokratische Republik • Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Chefredakteur: Prof. Dr. Dr. h. c. JOHANNES REINHOLD

Redaktionskollegium: Prof. Dr. Dr. h. c. GUSTAV BECKER,

Prof. Dr. Dr. h. c. GERHARD FRIEDRICH, Prof. Dr. Dr. h. c. JOHANNES REINHOLD,  
Prof. Dr. HELMUT RUPPRECHT

Redaktionelle Bearbeitung: Prof. Dr. Dr. h. c. JOHANNES REINHOLD, MARIA STEIN



Das Archiv für Gartenbau erscheint in Heften mit einem Umfang von je 5 Druckbogen (80 Seiten). Die innerhalb eines Jahres herausgegebenen 8 Hefte bilden einen Band. Das letzte Heft eines Bandes enthält Inhalts-, Autoren- und Sachverzeichnis.

Der Bezugspreis je Heft beträgt 5,- MDN.

Die Schriftleitung nimmt nur Manuskripte an, deren Gesamtumfang 52 Schreibmaschinenseiten nicht überschreitet und die bisher noch nicht, auch nicht in anderer Form, im In- oder Ausland veröffentlicht wurden. Jeder Arbeit ist eine Zusammenfassung mit den wichtigsten Ergebnissen (nicht länger als 20 Zeilen), wenn möglich auch in russischer und englischer bzw. französischer Sprache, beizufügen. Gegebenenfalls erfolgt die Übersetzung in der Akademie.

Manuskripte sind zu senden an den Chefredakteur, Prof. Dr. Dr. h. c. J. REINHOLD, Institut für Gemüsebau, 1722 Großbeeren bei Berlin.

Die Autoren erhalten Umbruchabzüge zur Korrektur mit befristeter Terminstellung. Bei Nichteinhaltung der Termine erteilt die Redaktion Imprimatur.

Das Verfügungsrecht über die im Archiv abgedruckten Arbeiten geht ausschließlich an die Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin über. Ein Nachdruck in anderen Zeitschriften oder eine Übersetzung in andere Sprachen darf nur mit Genehmigung der Akademie erfolgen. Kein Teil dieser Zeitschrift darf in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren – ohne schriftliche Genehmigung der Akademie reproduziert werden.

Für jede Arbeit werden unentgeltlich 100 Sonderdrucke geliefert. Das Honorar beträgt 40,- MDN je Druckbogen und schließt auch die Urheberrechte für das Blindmaterial ein. Dissertationen, auch gekürzte bzw. geänderte, werden nicht honoriert.

Verlag: Akademie-Verlag GmbH, 108 Berlin 8, Leipziger Straße 3-4, Fernruf: 22 04 41. Telex-Nr. 011 773. Postscheckkonto: Berlin 350 21. Bestellnummer dieses Heftes: 1039/XIII/3.

Veröffentlicht unter der Lizenznummer 1276 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik.

Gesamtherstellung: VI/2/14 · VEB Werkdruck Gräfenhainichen · 1039.

All rights reserved (including those of translations into foreign languages). No part of this issue may be reproduced in any form, by photoprint, microfilm or any other means, without written permission from the publishers.

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK  
DEUTSCHE AKADEMIE  
DER LANDWIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN ZU BERLIN

---

ARCHIV  
FÜR  
GARTENBAU

AKADEMIE-VERLAG · BERLIN



1965 · 13. BAND · HEFT 3

## INHALT

HEISSNER, ADOLF	
Vorschläge für eine Meßmethodik zur Untersuchung der Lichtverhältnisse in Gewächshäusern . . . . .	165
NAUMANN, KLAUS	
Versuche zur Bekämpfung von <i>Pseudomonas lachrymans</i> (Sm. et Br.) Carsner an Freilandgurken. I. Beizversuche . . . . .	189
LANCKOW, JOACHIM	
Ergebnisse der Untersuchungen über das Hydrogewächshaus . . . . .	205
KAUFMANN, FRIEDERIKE	
Die Faserigkeit von Spargeltrieben in Abhängigkeit vom Entwicklungs- zustand der Spargelstangen . . . . .	221
BLASSE, WOLFGANG	
Leistungen verschiedener Apfelsorten auf EM-, <i>Malus baccata/prunifolia</i> - und <i>Malus communis</i> -Unterlagen im Hauptertragsstadium . . . . .	235
FRITZSCHE, WOLFGANG	
Die Aussagekraft von Mehrfach-Regressionen in der ökonomischen For- schung, dargestellt an einer Selbstkostenanalyse der Zierpflanzenproduktion	261
Persönliche Mitteilung . . . . .	275

Aus dem Institut für Gemüsebau Großbeeren  
 der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin  
 (Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. J. REINHOLD)

ADOLF HEISSNER

## Vorschläge für eine Meßmethodik zur Untersuchung der Lichtverhältnisse in Gewächshäusern

Eingegangen am 22. September 1964

### 1. Einleitung

Die gesetzmäßigen Beziehungen des Lichteinfalls in Gewächshäuser lassen sich am einfachsten durch Messungen an Modellen [10, 15] oder auch durch theoretische Berechnungen [8, 18, 11] ermitteln. Die Eignung einer bestehenden Gewächshausanlage hinsichtlich des Klimafaktors Licht kann jedoch nur auf Grund von unmittelbar in dem betreffenden Gewächshaus durchgeführten Messungen hinreichend genau beurteilt werden. Die Untersuchungen am Gewächshausoriginal dienen außerdem zur Untermauerung der durch Modellmessungen oder theoretische Berechnungen gefundenen Ergebnisse. Aus Gründen der Vergleichbarkeit der Meßergebnisse ist aber die Anwendung eines einheitlichen Untersuchungsverfahrens dringend notwendig. Als Vorschlag soll daher im folgenden die bei der Untersuchung der Lichtverhältnisse in Gewächshausanlagen im Institut für Gemüsebau Großbeeren der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin zur Anwendung gelangende Meßmethodik dargelegt werden.

### 2. Meßgeräte

Die Untersuchung der Lichtverhältnisse erstreckt sich auf die Bestimmung der Beleuchtungsstärke, der spektralen Verteilung, des Durchlaßgrades des lichtdurchlässigen Materials sowie des Reflexionsgrades der lichtundurchlässigen Konstruktionsteile und der Bodenoberfläche. Für die Messungen werden die folgenden Geräte benötigt: Beleuchtungsmesser, Spektralmeßgerät, Geräteanordnung zur Messung des Durchlaßgrades und Reflexionsmeßgerät.

#### 2.1. Beleuchtungsmesser

Die verwendeten Beleuchtungsmesser (Abb. 1 und 2) sind mit Emissions-Vakuumphtozellen und Photoelementen als Lichtempfänger ausgestattet. Die Messung mit Emissions-Vakuumphtozellen hat den Vorteil, daß mit hoher Genauigkeit

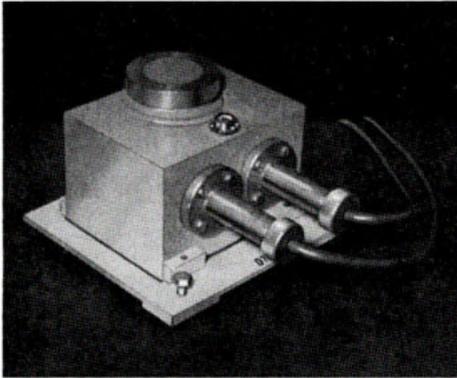


Abb. 1. Beleuchtungsmesser mit Emissions-Photozelle als Lichtempfänger

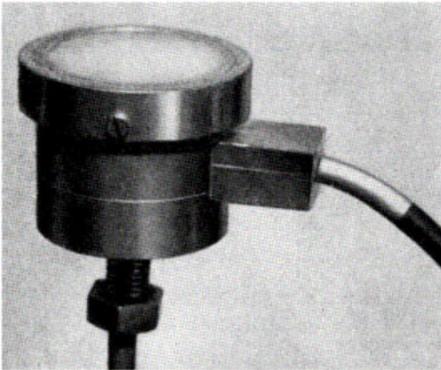


Abb. 2. Beleuchtungsmesser mit Photoelement als Lichtempfänger

und ohne größeren zusätzlichen Schaltaufwand Proportionalität zwischen einfallendem Lichtstrom und Photostrom erreicht werden kann. Demgegenüber besitzt das Photoelement eine größere Empfindlichkeit, deren Schwankung im allgemeinen geringer als bei Emissions-Photozellen ist [3].

Die verwendeten Emissions-Photozellen sind Cäsium-Oxydzellen vom VEB Carl Zeiss Jena (Typ MKV). Das Maximum der spektralen Empfindlichkeit liegt bei 780 nm, ein zweites relatives Maximum bei 375 nm. Zwischen den beiden Maxima sinkt die Empfindlichkeit bei 500 nm bis auf etwa 20% des Höchstwertes ab. Oberhalb von 1000 nm und unterhalb von 300 nm ist die Zelle praktisch unempfindlich. Durch Kombination von vier Schottglasfiltern (GG 19 2 mm, BG 19 4 mm, UG 10 4 mm und BG 29 1 mm) wurde eine Korrektur der relativen spektralen Empfindlichkeit vorgenommen. Die korrigierte spektrale Empfindlichkeit entspricht näherungsweise der spektralen Wirkungskurve der Photosynthese (Abb. 3). Bei den Beleuchtungsmessern mit Photoelementen (Selenphotoelemente vom VEB Carl Zeiss Jena mit einer nutzbaren Fläche von 4,90 cm<sup>2</sup>) kann mit den Schottglasfiltern BG 14 und RG 6 eine Annäherung an die spektrale Wirkungskurve der Photosynthese erzielt werden [19]. Ohne Zusatzfilter liegt das Maximum der spektralen Empfindlichkeit bei 580 nm.

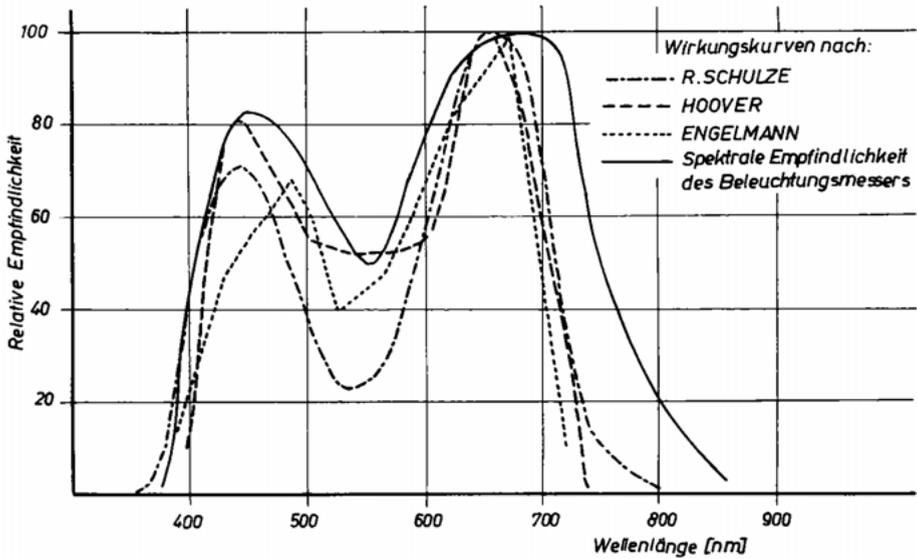


Abb. 3. Wirkungskurven der Photosynthese nach R. SCHULZE [17], HOOVER [6] und ENGELMANN [9] im Vergleich zur relativen spektralen Empfindlichkeit des Beleuchtungsmessers mit Emissions-Photozelle

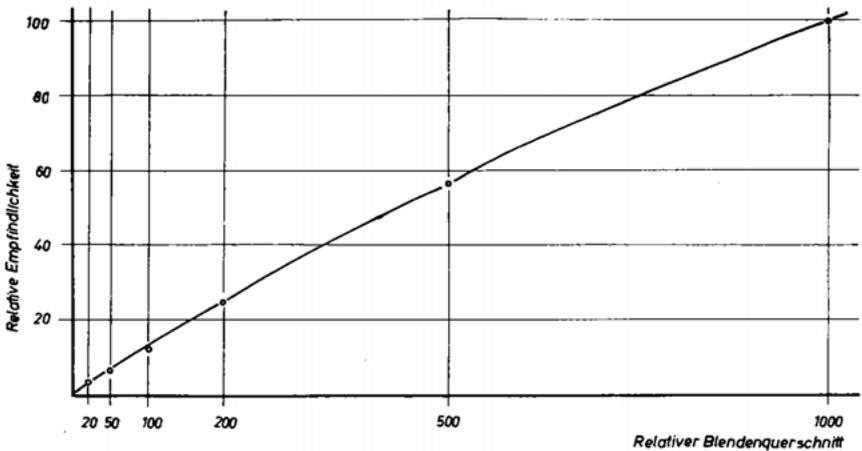


Abb. 4. Relative Empfindlichkeit des Beleuchtungsmessers in Abhängigkeit vom Blendenquerschnitt

Um die Empfindlichkeit der Beleuchtungsmessers den jeweils herrschenden Beleuchtungsbedingungen anzupassen, kann der einfallende Lichtstrom mit einem Satz von Lochblenden unterschiedlich stark geschwächt werden (Abb. 4). Die cos-getreue Bewertung des einfallenden Lichtes wird näherungsweise mit einer Streuscheibe aus Tempax-Milchglas mit aufgerauhter Oberfläche vom

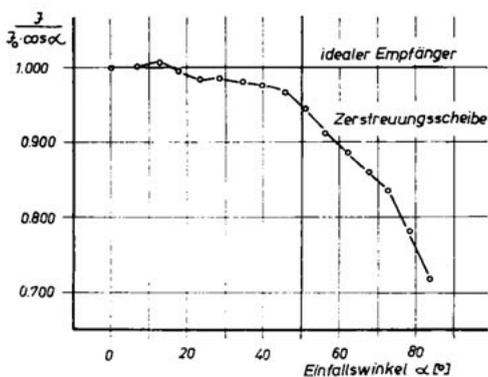


Abb. 5. Befolgung des cos-Gesetzes durch die Zerstreuungsscheibe aus Tempax-Milchglas ( $J_0$ : Meßwert bei senkrechtem Lichteinfall,  $J$ : Meßwert bei dem Einfallswinkel  $\alpha$ )

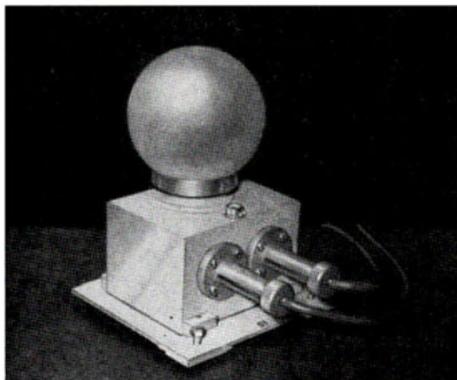


Abb. 6. Beleuchtungsmesser mit Trübgaskugel zur Messung der Raumbeleuchtungsstärke

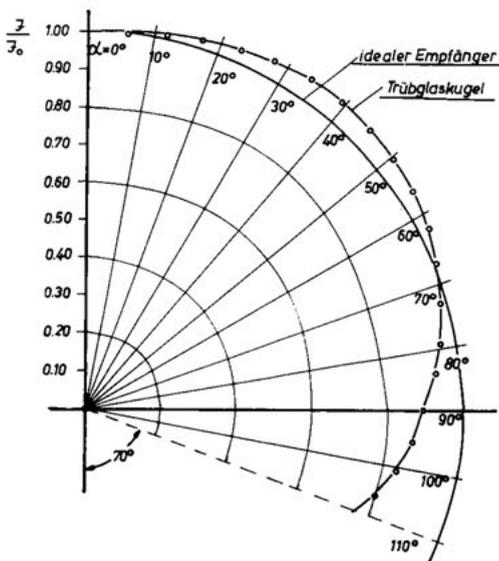


Abb. 7. Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Beleuchtungsmessers mit Trübgaskugel von der Richtung des einfallenden Lichtes, dargestellt in Polarkoordinaten ( $J_0$ : Meßwert bei zenitalem Lichteinfall,  $J$ : Meßwert bei der Zenitdistanz  $\alpha$ )

VEB Glaswerk Jena erreicht. Wie Abb. 5 zeigt, sind die Abweichungen von der idealen Empfängerfläche bis zu einem Einfallswinkel von  $60^\circ$  kleiner als 10%. Zur Messung der Raumbeleuchtungsstärke ist ein Trübgaskugelaufsatz vorgesehen (Abb. 6). Die Empfindlichkeit des Beleuchtungsmessers mit diesem Aufsatz in Abhängigkeit von der Richtung des einfallenden Lichtes ist in Abb. 7 dargestellt. Die Abweichungen der Empfindlichkeit vom idealen Kugelempfänger betragen auf Grund dieser Darstellung im oberen Halbraum weniger als 10%.

Bei den Beleuchtungsmessern mit Emissions-Photozellen erfolgt die Messung des Photostromes galvanometrisch. Die verwendeten Lichtmarkengalvanometer vom VEB Geogeräte Brieselang und Forschungsinstitut Meinsberg besitzen eine Stromempfindlichkeit von  $10^{-8}$  bis  $10^{-9}$  A/Skt. und einen Innenwiderstand von rund 1000 Ohm. Galvanometer, Spannungsquelle (100 V Anodenbatterie) und ein Schutzwiderstand von  $10^4$  Ohm sind mit der Emissions-Photozelle in Reihe geschaltet. Für eine ausreichende Abschirmung des Meßsystems ist Sorge getragen. Mit einer photographischen Registriereinrichtung können die Galvanometerausschläge optisch aufgezeichnet werden. In Verbindung mit einem Zusatzgerät ist die unmittelbare Messung der Lichtsumme möglich, indem man die Anzahl der jeweils bis zu einem bestimmten Ladungszustand durch den Photostrom erfolgten Aufladungen eines Meßkondensators bestimmt [1, 7, 5]. Die Überprüfung einer solchen Schaltung ergab eine ausreichende Linearität zwischen Lichtmenge und Aufladungszahl (Abb. 8).

Die Registrierung des Photostromes bei den Beleuchtungsmessern mit Photoelementen erfolgt mit einem Fallbügel-Punktschreiber mit Drehspulensinstrument, das einen Innenwiderstand von etwa 50 Ohm und einen Meßbereich von 0 bis

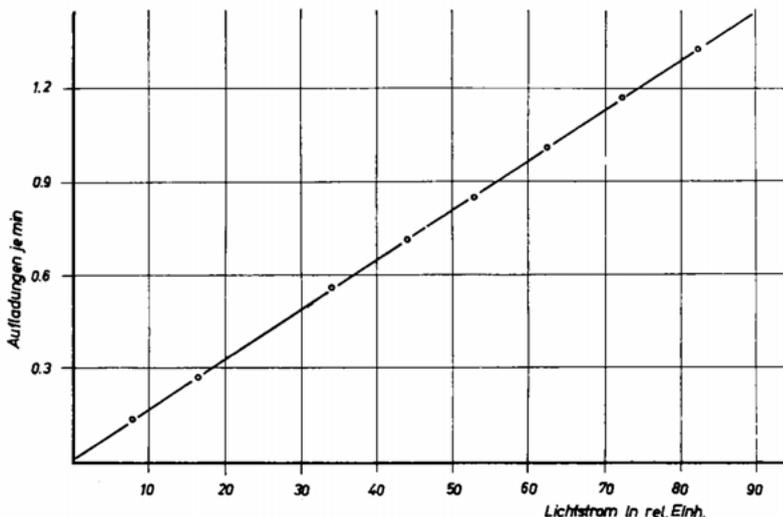


Abb. 8. Zählraten (Kondensatoraufladungen je min) bei dem überprüften Lichtsummenmeßgerät in Abhängigkeit vom einfallenden Lichtstrom

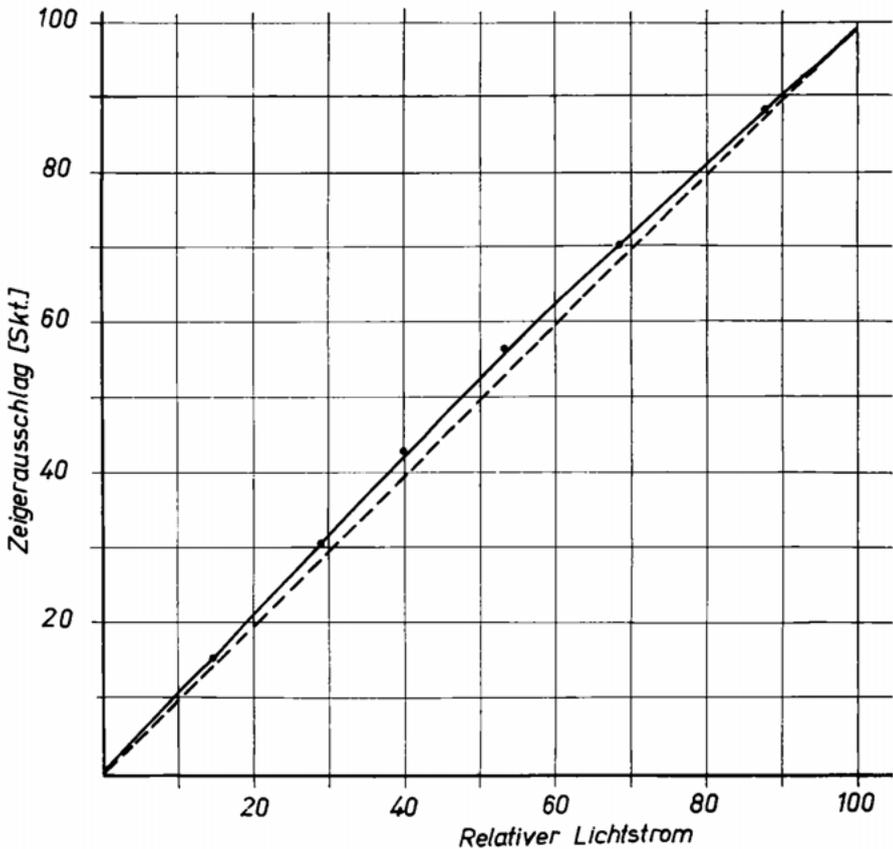


Abb. 9. Zeigerausschlag der Beleuchtungsmesser mit Selen-Photoelementen in Abhängigkeit vom einfallenden Lichtstrom

$50 \mu$  A besitzt. Die Punktfolge je Meßstelle beträgt 2 min. Die Abweichungen von der Linearität zwischen Lichtstrom und Ausschlag des Instrumentes betragen maximal 3% des Skalenendwertes (Abb. 9).

## 2.2. Spektralmeßgerät

Im Schema ist der Aufbau des Gerätes in Abb. 10, die Ansicht des Gerätes in Abb. 11 wiedergegeben. Die spektrale Zerlegung des Lichtes erfolgt wahlweise mit einem einfachen oder doppelten Verlauffilter vom VEB Carl Zeiss Jena. Messungen sind im Spektralbereich von 400 bis 750 nm möglich. Als Auflösungsvermögen der Verlauffilter wird bei einer optimalen Spaltbreite von 1 mm ein Wert von 8 bis 10 nm angegeben. Die bei einer Spaltbreite von 1 mm durchgelassene Wellenlänge zeigt in Abhängigkeit vom Abstand der Spaltöffnung vom kurzwelligen Ende des Filters einen angenähert linearen Verlauf. Der Anstieg beträgt etwa 5 nm/mm, wodurch der gesamte sichtbare Spektralbereich auf eine

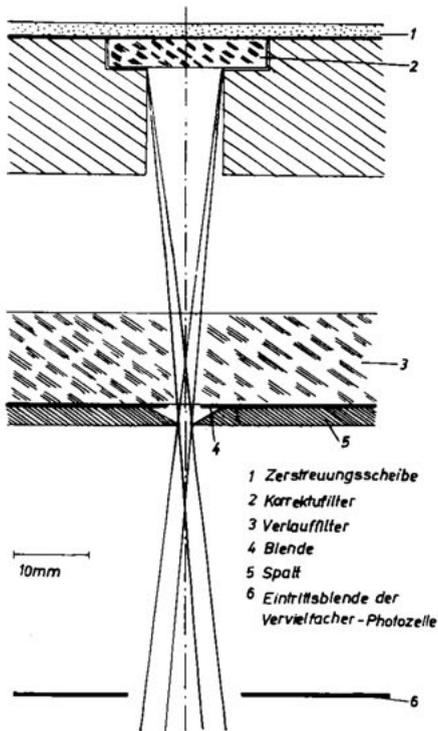


Abb. 10. Aufbau des Spektralmeßgerätes in schematischer Darstellung

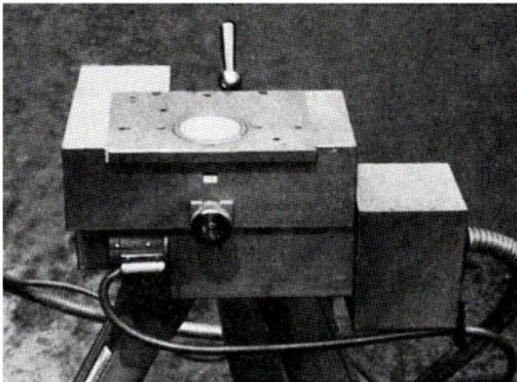


Abb. 11. Spektralmeßgerät

Strecke von 70 mm zerlegt wird. Nach Untersuchungen von RÖTGER [13] sind Halbwertsbreite und Durchlässigkeit über den gesamten Spektralbereich hinreichend konstant. Mit einer Feingewindeschraube wird der Verlauffilter an einem Spalt, dessen Breite von 0 bis 3 mm mit einer Genauigkeit von 0,01 mm einstellbar ist, vorbeigeführt. Der Antrieb der Schraube erfolgt entweder von Hand aus oder durch einen Synchronmotor, wobei ein entsprechendes Getriebe eine Umschaltung der Durchlaufzeit von 4 auf 12 min ermöglicht. In Verbindung mit dem elektrischen Antrieb kann eine Registrierung der Meßausschläge vor-

genommen werden. Zur  $\cos$ -Korrektur dient wie bei den Beleuchtungsmessern eine Streuscheibe aus Tempax-Milchglas.

Der geringe Lichtstrom macht die Verwendung eines hochempfindlichen Lichtempfängers, einer Vervielfacher-Photozelle, notwendig. Als Empfänger wurde der Sekundärelektronen-Vervielfacher M 12 vom VEB Carl Zeiss Jena mit einem Verstärkungsfaktor von  $0,2 \cdot 10^6$  ausgewählt. Der Vervielfacher wird mit dem dazugehörigen Hochspannungsnetzgerät vom VEB Carl Zeiss Jena betrieben.

Die Messung oder Registrierung des Photostromes erfolgt mit einem Lichtmarkengalvanometer, das mit einer photographischen Registriereinrichtung mit einer Trommelumlaufzeit von 5 oder 60 min ausgestattet ist. Als Anzeige- und Registriergerät hat sich auch der lichtelektrische Verstärker mit Tintenschreiber der Akademie-Werkstätten für Forschungsbedarf der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin bewährt.

Um die besonders bei dem einfachen Verlauffilter auftretende Restdurchlässigkeit im Ultravioletten herabzusetzen, wird ein Zusatzfilter auf den Verlauffilter gelegt. Durch die hohe Empfindlichkeit der Vervielfacher-Photozelle im roten Spektralbereich macht sich besonders beim einfachen Verlauffilter auch noch eine gewisse Restdurchlässigkeit im Infraroten störend bemerkbar. Sie wird durch den Schottglasfilter BG 17 (4 mm) weitgehend reduziert (Abb. 12).

Zur Kontrolle des Gerätes wurden Messungen mit Interferenzfiltern, deren Halbwertsbreite 8 bis 10 nm betrug, durchgeführt. Als Strahlungsquelle diente eine Kinoprojektionslampe (Farbtemperatur: etwa 2850 °K). Die mit dem Spektralmeßgerät aufgenommenen Kurven der relativen spektralen Verteilung hatten bei einer Spaltbreite von 1 mm Halbwertsbreiten von rund 25 nm (Abb. 13). Das tatsächlich erreichte Auflösungsvermögen dürfte jedoch unterhalb von

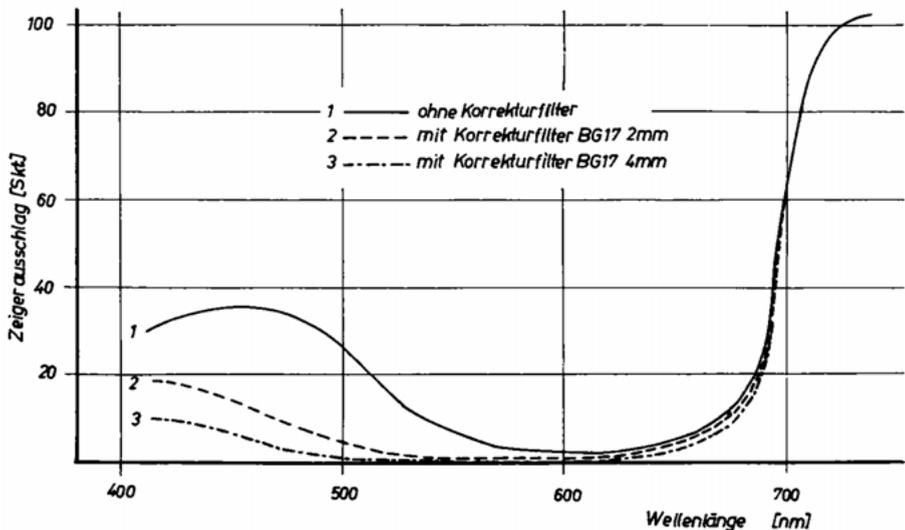


Abb. 12. Einfluß des Korrekturfilters BG 17 auf die Restdurchlässigkeit im Infraroten bei der Strahlung einer Kinoprojektionslampe (Farbtemperatur: 2850 °K) mit Ultrarotfilter RG 8 2 mm