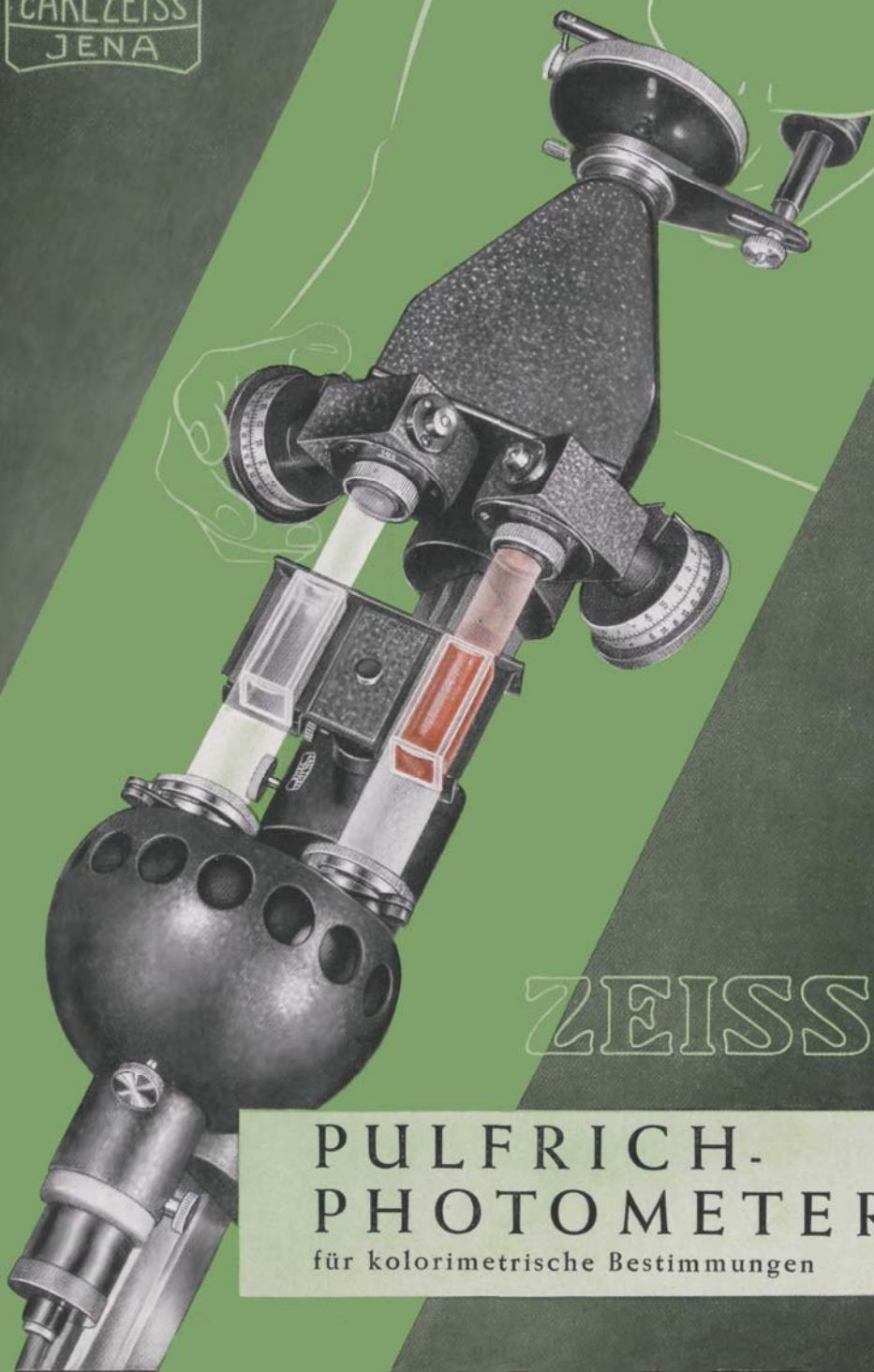


CARL ZEISS
JENA



ZEISS

PULFRICH-
PHOTOMETER

für kolorimetrische Bestimmungen

Die Bilder sind nicht in allen Einzelheiten für die Ausführung der Geräte maßgebend. Für wissenschaftliche Veröffentlichungen stellen wir Druckstöcke der Bilder oder Verkleinerungen davon — soweit sie vorhanden sind — gern zur Verfügung. Die Wiedergabe von Bildern oder Text ohne unsere Zustimmung ist nicht gestattet. Das Recht der Übersetzung ist vorbehalten.

V E B C A R L Z E I S S J E N A

Drahtwort: Zeisswerk Jena

Fernsprecher 3541

Das Pulfrich-Photometer in seiner Ausrüstung für kolorimetrische Messungen hat in den letzten zwei Jahrzehnten eine ungemein weitgehende Verbreitung gefunden. Mit ihm wurde die

„Kolorimetrie ohne Vergleichslösung“

eingeführt, die so erhebliche Vorteile gegenüber dem früheren Verfahren aufweist, daß jetzt vorwiegend nach ihr gearbeitet wird. In einer außergewöhnlich großen Anzahl von Veröffentlichungen ist die einfache Arbeitsweise beschrieben und der große Nutzen für Wissenschaft und Technik herausgestellt worden. Die darin enthaltenen zahlreichen Arbeitsanleitungen sind, soweit sie sich in der Praxis als brauchbar erwiesen haben, in rezeptartiger Form in den im Verlag Gustav Fischer, Jena, erschienenen Schriften „Absolutkolorimetrische Metallanalysen mit dem Pulfrich-Photometer“ und „Klinische Kolorimetrie mit dem Pulfrich-Photometer“ zusammengefaßt. Obwohl also das absolutkolorimetrische Verfahren durch Veröffentlichungen bereits weitgehend bekannt wurde, stellen wir zunächst einige, die Methode erläuternde Bemerkungen vor die Beschreibung des Photometers.

Zur Farbmessung an Flüssigkeiten

Die Farbe einer Lösung oder eines gefärbten lichtdurchlässigen Körpers kommt dadurch zustande, daß Licht unterschiedlicher Wellenlängen verschieden stark absorbiert wird. Man kennzeichnet die Farbe eines lichtdurchlässigen gefärbten Stoffes daher am zweckmäßigsten durch die Angabe der Durchlässigkeit für Licht verschiedener Wellenlängen oder verschiedener Wellenlängenbereiche. Mit dem Pulfrich-Photometer wird die Farbe einer Lösung gekennzeichnet durch die physikalisch exakt gemessenen Durchlässigkeitswerte. Man kann diese zu einer Kurve zusammenfassen, die die Absorptionseigenschaften einer Lösung übersichtlich darstellt. Bei den früher üblichen kolorimetrischen Verfahren war die Anwendung mehrerer oder zum mindesten einer Vergleichslösung bekannter Konzentration nötig, die in genau der gleichen Weise wie die Probenlösung behandelt werden mußten. Da besonders bei organischen Stoffen die erzeugten farbigen Komplexe sich häufig ziemlich rasch verändern, war es unter Umständen nötig, für jede Bestimmung eine oder mehrere Vergleichslösungen mit anzusetzen. Man hat versucht, in diesen Fällen eine möglichst gleichgefärbte Standardlösung aus stabilen farbigen, meist anorganischen Salzen zu mischen. Diese Art von Vergleichslösungen gibt aber selten einen mit dem der veränderlichen Untersuchungslösung völlig übereinstimmenden Farbton.

Zur kolorimetrischen Analyse

Bei kolorimetrisch-analytischen Bestimmungen interessiert die Art und Intensität einer Färbung selbst nicht, sondern ausschließlich die Konzentration der diese Färbung verursachenden Substanz. Die Gehaltsbestimmung nach der Schichthöhenmethode liefert nur einen relativen Wert, bezogen auf die Vergleichslösungen. Mit dem Pulfrich-Photometer werden dagegen die Absolutwerte der Lichtdurchlässigkeit ($D\%$) oder der Extinktion (E) bestimmt. Es lassen sich also die mit dem Pulfrich-Photometer für irgendeine Probe (Reaktionsansatz oder farbige Flüssigkeit, z. B. Gerbbrühen, Tinkturen, Öle) ermittelten Werte der Lichtdurchlässigkeit unmittelbar mit den Meßergebnissen vergleichen, die mit anderen Geräten, z. B. Spektralphotometern, erhalten wurden, sofern nur diese Meßergebnisse ebenfalls im

absoluten Maß ausgedrückt worden sind. Das Verfahren wird daher auch „**absolute Kolorimetrie**“ genannt.

Unmittelbare Ablesung von Extinktion und Durchlässigkeit

Das Pulfrich-Photometer erlaubt im Gegensatz zu anderen Photometern, den gesuchten Wert der Lichtdurchlässigkeit oder der Extinktion ohne jede Rechnung und ohne Benutzung von Tabellen unmittelbar an der Teilung der Meßstrommel abzulesen.

Große Lichtstärke

Ein besonderer Vorzug des Pulfrich-Photometers im Vergleich zu Geräten mit ähnlichen Anwendungsgebieten ist seine große Lichtstärke, die in Verbindung mit unseren Lichtquellen auch an der kurzwelligen violetten und an der langwelligen roten Grenze des sichtbaren Spektrums noch bequeme Einstellungen erlaubt.

Erweiterte Anwendungsmöglichkeiten

Schon der waagerechte Aufbau des Pulfrich-Photometers bei kolorimetrischen Messungen weist gegenüber vielen Photometerkonstruktionen erhebliche Vorteile auf. Ohne den optischen Aufbau in irgendeiner Weise verändern zu müssen, können schwachgefärbte Lösungen in Schichtdicken bis zu 1 m und darüber und unter Zuhilfenahme von zwei Vorsatzobjektiven starkgefärbte Lösungen ohne Verdünnen in Schichtdicken bis zu wenigen Zehntelmillimetern herunter gemessen werden.

Selbst beim Messen geringer Flüssigkeitsmengen (z. B. mit Mikroküvetten) wird am Photometer selbst grundsätzlich nichts geändert.

Ausschaltung der Eigenfarbe oder -trübung der Untersuchungslösung

Die Kompensation der Eigenfarbe ist bei den Messungen mit dem Pulfrich-Photometer eine Selbstverständlichkeit. An Stelle der bei Kolorimetern notwendigen, zum Teil recht komplizierten und in der Handhabung unbequemen Kompensationsvorrichtungen sind beim Pulfrich-Photometer in jedem Fall nur zwei Untersuchungsgefäße erforderlich; das eine enthält die angefärbte Untersuchungs-, das andere die Kompensationslösung, in den meisten Fällen nur destilliertes Wasser. Beide werden zugleich vor die



Photometeröffnungen gesetzt, und mit einer einzigen Messung wird sofort die durch die chemische Behandlung der eigengefärbten oder -trüben Probe hervorgerufene zusätzliche Absorption erfaßt.

Unabhängigkeit der Einstellung von der Farbentüchtigkeit der Beobachter

Durch die Anwendung von Filtern beim Pulfrich-Photometer ergeben sich zwei verschieden helle Sehfeldhälften von gleichem Farbton, so daß nur noch auf gleiche Helligkeit und nicht auf gleichen Gesamteindruck eingestellt zu werden braucht. Die Messung wird dadurch praktisch unabhängig von Unterschieden in der Farbentüchtigkeit verschiedener Beobachter. Bei der Einstellung des Eintauchkolorimeters verändert man die Schichthöhe der Vergleichslösung. Das hat zur Folge, daß sich in dem der Vergleichslösung entsprechenden Sehfeld des Eintauchkolorimeters zugleich der Farbton und die Helligkeit ändern. Die Einstellung der Schichthöhe auf gleichen Gesamteindruck im Sehfeld macht daher Schwierigkeiten, die dann besonders groß sind, wenn die Proben- und die Vergleichslösung verschiedene Zusammensetzungen haben und demnach nicht genau in ihrem Farbton übereinstimmen.

Engere Fehlergrenzen

Die Unterschiede in der Lichtabsorption bei Lösungen verschiedener Konzentration sind am größten in den Spektralbereichen, in denen die Absorption einen Maximalwert hat. Da bei den Messungen mit dem Pulfrich-Photometer ein Spektralfilter gewählt wird, dessen Durchlässigkeitsgebiet mit dem Maximum der Absorptionskurve im sichtbaren Gebiet zusammenfällt, ist die Empfindlichkeit wesentlich höher, die Meßunsicherheit geringer als bei den bisher üblichen Einstellungen auf gleichen Gesamteindruck. Diese Einstellungen bei Geräten der früheren Art bereiten dem Auge wesentlich mehr Mühe als die Einstellung auf gleiche Helligkeit der beiden Sehfeldhälften beim Pulfrich-Photometer.

Genauigkeitssteigerung der Konzentrationsbestimmung durch Hilfsschwächung

Benutzt man im Vergleichsstrahlengang des Photometers eine Hilfsschwächung, z. B. ein Grauglas oder eine Standardlösung bekannter Konzentration, und stellt gleichzeitig durch Einschalten hellerer Mattscheiben

eine größere Leuchtdichte des Sehfeldes her, so kann man die Genauigkeit der Konzentrationsbestimmung noch wesentlich steigern. Vorbedingung ist jedoch eine sorgfältige Auswahl der geeigneten Hilfsschwächung und Schichtdicke. In der Gebrauchsanweisung CZ 32-G 516-1 sind diese Verhältnisse eingehend beschrieben.

Anwendungen

in chemischen und chemisch-biologischen Laboratorien

zu allen kolorimetrischen Bestimmungen, Untersuchungen zur Reaktionskinetik und Adsorption, zur p_H -Bestimmung, zur Ermittlung von Durchlässigkeits- und typischen Farbkurven

in Kliniklaboratorien

zu allen kolorimetrischen Bestimmungen, z. B. von Aceton, Benzol, Br, Ca, Cu, Gallensäuren, Harnsäure, Indikan, K, Kreatinin, Mg, Na, NH_3 , Pb, Phenolen, PO_4^{3-} in Blut und Harn, von Aminosäuren, Bilirubin, Carotin, Cholesterin, Fe, Hämoglobin, Rest-N, Vitamin A und C sowie Zucker im Blut, der Blutmenge, der Farbe von Serum und Harn, von Br, Cholesterin, Eiweiß, K, Kreatinin, Na, Pb, PO_4^{3-} , Rhodan, Salvarsan, Veronal, Vitamin C und Zucker im Liquor (s. hierzu auch Druckschrift CZ 32-517-1 und Schrifttumsverzeichnis CZ 32-V505-1)

in Nahrungsmittelämtern

zu allen kolorimetrischen Bestimmungen, z. B. von Benzoesäure, Kreatinin, Pb in Fleisch und Fleischkonserven, von Cholesterin und PO_4^{3-} in Eiern, von Benzoesäure, Carotin, Vitamin A und B_2 , K, Mg, Cu, PO_4^{3-} und Zucker in Milch, von Farbe und Verderbenheit der Fette, von Benzoe- und Salicylsäure, Carotin und Vitamin C in frischen Früchten und Früchtekonserven, von Pyrrol, Chlorogen- und Kaffeesäure in Kaffee, von Farbe, As-, Cu- und Fe-Gehalt des Weines, von Aldehyden, höheren Alkoholen und Furfur in Spirituosen, zur Trinkwasseruntersuchung und zur p_H -Bestimmung

in agrilkulturchemischen Untersuchungsämtern

zu allen kolometrischen Bestimmungen, z. B. von Humusstoffen, K, Mn, NO_3^- , PO_4^{3-} , zur p_H -Bestimmung in Bodenauszügen und Düngemitteln



in Laboratorien der Metallindustrie

zu allen kolorimetrischen Bestimmungen, z. B. von Al, Cr, Co, Cu, Mn, Mo, Ni, P, Si, N, Ti, V, W in Hütten- und Stahlwerklaboratorien, von Bi in Kupfer und Handelsblei, von Si, Mn, Cu, Fe und Ti in Aluminiumlegierungen (s. hierzu auch Druckschrift CZ 32-519-1)

in chemischen Werken und Färbereien

zur kolorimetrischen Bestimmung der Konzentration von Farbstofflösungen, zur Prüfung der verwandten Farbstoffe auf Reinheit und Gleichheit und zur p_H -Bestimmung

in Wasserwerken

zur kolorimetrischen Analyse der Trink- und Betriebswässer, z. B. zur Bestimmung von NH_3 , Pb, Ca, Cl_2 , Fe, K, Mn, Na, NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , O_2 , SiO_2 , SO_4^{2-}

in Zuckerfabriken

zur Messung der Absorption (Farbe und Trübung) von Zuckerklären und -säften sowie zu p_H -Bestimmungen

in Mühlenbetrieben

zur Bestimmung von NH_3 , Carotin, Cholesterin, Kleie und Kieselsäure in Mehl

in Ö raffinerien

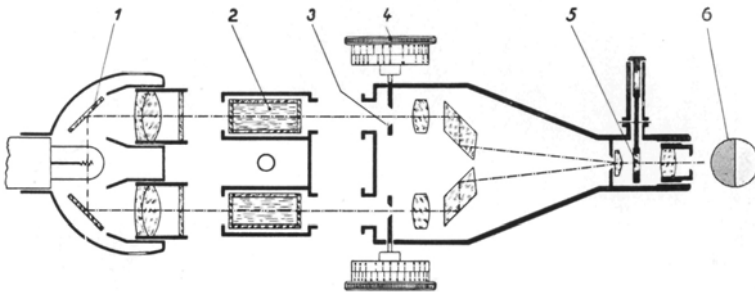
zu Farbmessungen und Bestimmungen des Alterungsgrades von Ölen und zur Messung der Bleichkraft von Bleicherden

in Brauereien

zur Messung der Farbe von Bierwürzen, zu p_H -Bestimmungen, zu Trübungsmessungen und zur kolorimetrischen Wasseranalyse

in Gerbereien und Lederfabriken

zu Konzentrationsbestimmungen an Farbstofflösungen, zu Prüfungen von Farbstofflieferungen, zu Farbmessungen an Flüssigkeiten und zu p_H -Bestimmungen



320390

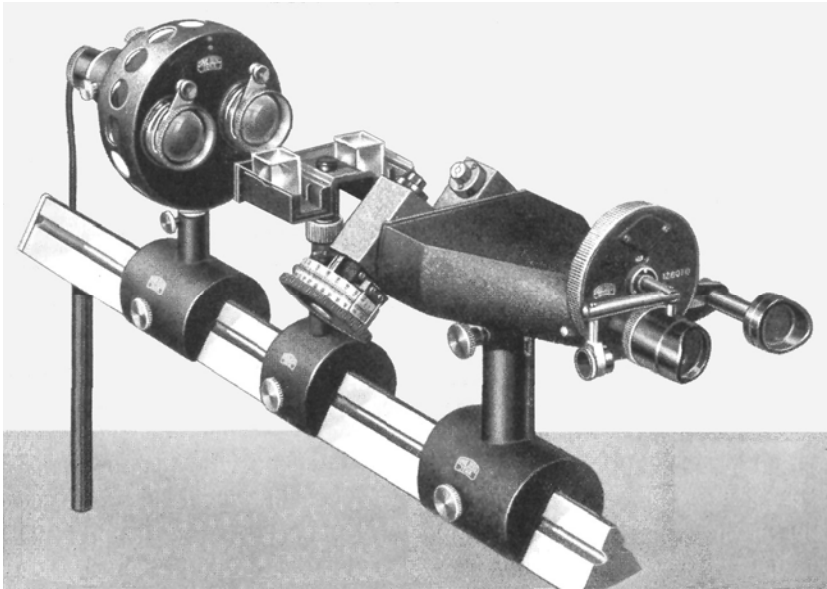
Bild 1. Schema des Pulfrich-Photometers mit Küvettenwechsellvorrichtung und Photometerleuchte (etwa $\frac{1}{5}$ nat. Größe)

Beschreibung des Pulfrich-Photometers

Zwei von der Leuchte (1) ausgehende Lichtbündel durchdringen die Küvetten (2) und gelangen durch die Meßblendenöffnungen (3) in das Photometer. Durch eine Prismenanordnung werden die beiden Bündel nach Durchgang durch ein Filter (5) dem Okular zugeführt. Das Filter hat die Aufgabe, aus dem weißen Glühlampenlicht den für die Messung der Absorption einer Lösung erforderlichen, annähernd monochromatischen Bereich auszuwählen. Im Okular sieht der Beobachter ein kreisförmiges, durch eine feine Trennungslinie geteiltes Sehfeld (6). Jede Hälfte des Sehfeldes wird von dem Licht beleuchtet, das durch eine der Blendenöffnungen (3) eingetreten ist. Durch Drehen der Meßtrommeln (4) läßt sich die Helligkeit in jeder Photometersehfeldhälfte meßbar verändern.

Als Lichtquelle wird die Photometerleuchte entweder mit der LS-Glühlampe 6V 30W oder mit der Quecksilberhochdrucklampe HQE 40 benutzt. Die HQE-Lampe erzeugt in Verbindung mit den Filtern S 57, S 53 und S 43 sowie den Spezialfiltern Hg 708 und HgCd 405 streng monochromatisches Licht.

Leuchte, Küvettenwechsellvorrichtung und Photometer sind mittels Reiter auf einer Dreikantschiene aufgestellt. Diese Aufstellungsart hat den Vorteil der leichten und sicheren Ausrichtung der einzelnen Ausrüstungsteile. Es ist insbesondere leicht möglich, auch andere Zusatzgeräte, z.B. den Trübungs- und Fluoreszenzmessersatz, mit wenigen Handgriffen gegen die kolorimetrische Einrichtung auszutauschen.



320191

Bild 2. Pulfrich-Photometer mit Küvetten in Küvettenwechsellvorrichtung und Photometerleuchte auf Dreikantschiene

Untersuchungsgefäße

C-Küvetten sind Glasgefäße von rechteckigem Querschnitt. Sie bestehen aus einem Mittelstück, auf das zwei planparallele Fensterplatten säurefest aufgeschmolzen sind.

C-Küvetten werden listenmäßig für Schichtdicken von 0,1, 0,2, 0,5, 1, 2 und 5 cm geliefert; der normale Küvettenatz enthält die Küvetten von 0,5, 1, 2 und 5 cm Schichtdicke. In gewissen Grenzen läßt sich die Schichtdicke noch durch Hintereinandersetzen verschiedener Küvetten ändern.

Die C-Küvetten sind fluoreszenzfrei, sie können also ohne weiteres auch für Fluoreszenzmessungen benutzt werden.

Zur Durchführung exakter Messungen bedient man sich zweckmäßig der Küvettenwechsellvorrichtung, die ein schnelles Vertauschen der Küvetten gewährleistet,

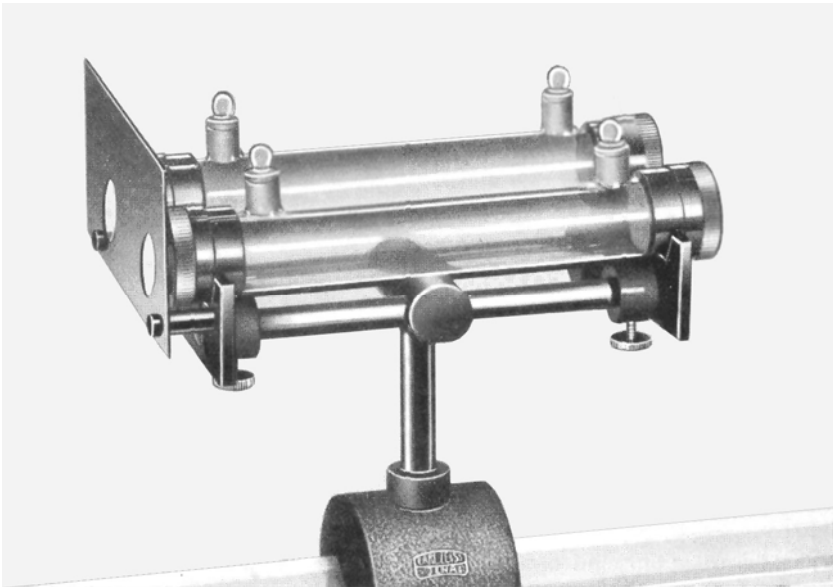


Bild 3. Absorptionsrohre 20 cm auf Trägern mit Lichtschuttschirm

320190

Absorptionsrohre werden für Messungen an schwach absorbierenden Proben angewendet. Sie werden listenmäßig für Schichtdicken von 10 und 20 cm geliefert.

Die Absorptionsrohre bestehen aus einem Glasrohr, dessen Enden plan geschliffen sind. Auf jedes Ende ist ein Gewindestück gekittet, auf das eine Kappe zum Halten der Fensterplatten geschraubt wird. Der Kitt ist beständig gegen Säuren und Fettlösungsmittel, jedoch nicht gegen Alkalien. Zum Einfüllen der Flüssigkeit in das Absorptionsrohr dienen zwei mit Stopfen verschließbare Stutzen.

In **Mikroküvetten**, die für Schichtdicken von 1, 2 und 5 cm hergestellt werden, mißt man Lösungen von normaler Farbdichte, bei denen die vorhandene Menge zur Füllung der C-Küvetten nicht ausreicht. Sie benötigen je cm Schichtdicke nur $0,2 \text{ cm}^3$ Flüssigkeit gegenüber $3,5 \text{ cm}^3$ bei C-Küvetten,

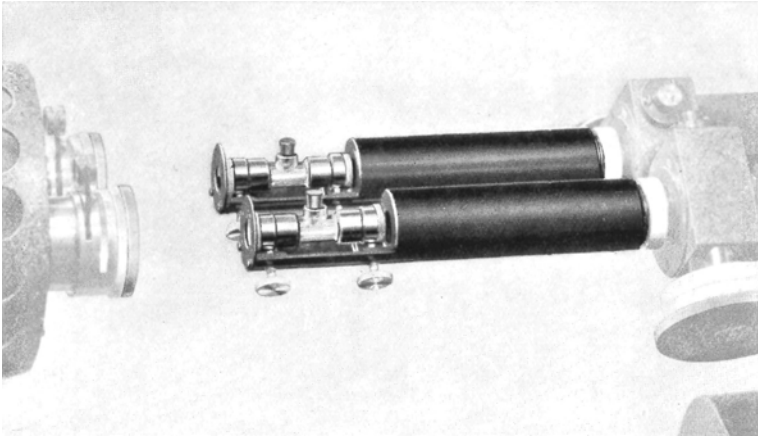


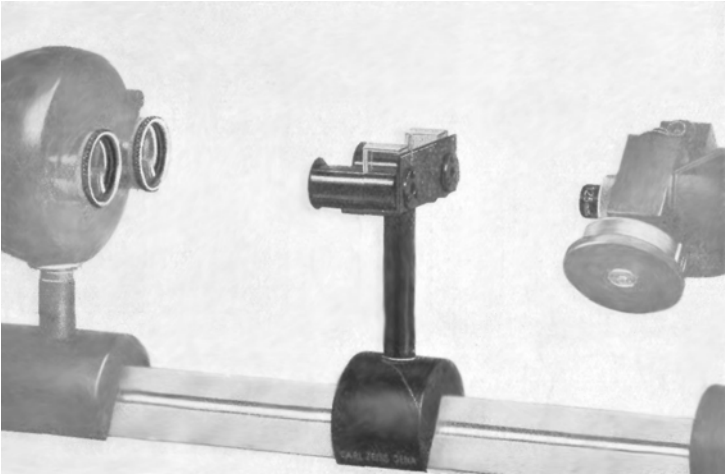
Bild A. Mikroküvetten in justierbaren Trägern

32000

Die Mikroküvetten sind dickwandige Glasrohre von 5 mm lichter Weite mit plan geschliffenen Endflächen. Die 5-cm-Küvette hat zwei auf die Rohrenden gekittete Gewindefassungen, bei den Küvetten von 2 und 1 cm Schichtdicke ist der Küvettenkörper in ein mit zwei Gewinden versehenes Metallrohr gekittet. Der verwendete Kitt ist beständig gegen Säuren und Fettlösungsmittel, jedoch nicht gegen Alkalien. Auf die Gewindefassungen wird je eine Kappe zum Halten der Fensterplatten geschraubt. Das eine Fenster ist eine Planglasplatte, das andere eine Plankonvexlinse.

Träger für die Mikroküvetten sind rohrförmige, justierbare Halteteile, die an den Photometeröffnungen befestigt werden (Bild 4). Die beiden Trägerteile enthalten je eine Linse als Vorsatzobjektiv für das Photometer.

Durch die besondere optische Einrichtung — Plankonvexlinse und Vorsatzobjektiv — wird erreicht, daß trotz des engen Querschnittes der Flüssigkeitssäule eine vollkommene Ausleuchtung der Meßblende und des Photometersehfeldes erreicht wird. Ebenso wird — im Gegensatz zu den Mikroeinrichtungen anderer Kolorimeter und Photometer — die Helligkeit im Sehfeld nicht herabgesetzt.



41016

Bild 5. Vorsatzlinsen an der Leuchte und Vorsatzobjektive am Photometer zum Gebrauch der Kleinküvetten im Küvettenhalter

Kleinküvetten können auch an Stelle der Mikroküvetten angewendet werden. Sie eignen sich besonders für Reihen Untersuchungen mit kleinen Flüssigkeitsmengen, da sie besonders einfach zu füllen und zu reinigen sind.

Zum Füllen wird etwas mehr Flüssigkeit als bei den Mikroküvetten benötigt. Die Kleinküvetten haben eine rechteckige Form ähnlich den C-Küvetten und sind ebenso säurefest verschmolzen wie diese. Sie werden für Schichtdicken von 1, 2 und 5 cm geliefert.

Zur Aufnahme der Küvetten dient ein besonderer Küvettenhalter (Bild 5), in dem die Plankonvexlinsen, die bei den Mikroküvetten das vordere Abschlußfenster bilden, fest eingebaut sind. Die auch zu dieser besonderen optischen Einrichtung erforderlichen Vorsatzobjektive werden am Photometer befestigt.



Übersicht zum Abschnitt Untersuchungsgefäße

| Benennung der Untersuchungsgefäße | Schichtdicke in cm | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|-----|------|-----|-----|------|----|-----|
| | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1 | 2 | 5 | 10 | 20 |
| | Erforderliche Flüssigkeitsmenge in cm ³ | | | | | | | |
| C-Küvetten | 0,35 | 0,7 | 1,75 | 3,5 | 7,0 | 17,5 | — | — |
| Absorptionsrohre | — | — | — | — | — | — | 58 | 115 |
| Kleinküvetten | — | — | — | 0,5 | 1,0 | 2,5 | — | — |
| Mikroküvetten | — | — | — | 0,2 | 0,4 | 1,0 | — | — |

Spezial-S-Filter

Der zu jeder Ausrüstung gehörende normale Satz S-Filter umfaßt 9 Filter, deren Schwerpunkte annähernd gleichmäßig über das sichtbare Spektrum verteilt sind. Außerdem können noch 5 Spezialfilter mit dazwischenliegenden Filterschwerpunkten sowie das Filter S43,4/2,0 für p_H -Bestimmungen geliefert werden.

Okularvorsatzlinsen für Brillenträger

Bei den Messungen müssen Brillenträger ihr Glas absetzen. Reicht bei fehsichtigen Beobachtern die für +3 bis —3 dptr eingerichtete Okularstellung nicht aus, die Fehlsichtigkeit auszugleichen, können entsprechende Okularvorsatzlinsen geliefert werden.

Ablese- und Beleuchtungseinrichtung

Eine weitere Hilfe beim Messen ist die Ablese- und Beleuchtungseinrichtung für die Meßtrommeln. Ein Halter, der auf das Photometergehäuse aufgeschoben wird, trägt zwei Lupen und zwei kleine Glühlampen. Auf diese Weise können die Trommelanzeigen auch im verdunkelten Raum abgelesen werden.

Zur Aufstellung des Gerätes wird ein Tisch von mindestens 50 cm x100 cm Fläche benötigt.

Ausführung der Untersuchungen

Meßvorgang

Der Meßvorgang ist bei den verschiedenen, in den folgenden Abschnitten beschriebenen Zusammenstellungen des Photometers grundsätzlich der gleiche. Bringt man das mit einer absorbierenden, etwa gelben Lösung gefüllte Untersuchungsgefäß auf die linke Seite in den Strahlengang zwischen Photometer und Leuchte und setzt auf der rechten Seite ein gleiches Gefäß mit dem reinen Lösungsmittel ein, so sieht der Beobachter die rechte Hälfte des Sehfeldes gleichmäßig gelb, die linke gleichmäßig weiß. Wird nun durch Drehen der Filterscheibe etwa ein Blaufilter eingeschaltet, so ist der Farbenunterschied verschwunden, beide Sehfeldhälften erscheinen blau, die rechte aber dunkler als die linke. Durch Drehen der rechten Meßtrommel werden beide Hälften auf gleiche Helligkeit gebracht. Die an der Trommelteilung abgelesene Anzeige gibt unmittelbar die Schwächung an, die das blaue Licht in der zu untersuchenden Flüssigkeit erfährt. Hierbei entsprechen die Werte der äußeren schwarzen Teilung der Intensität des von der Flüssigkeit hindurchgelassenen Lichtes in Prozenten der einfallenden Intensität, während die innere rote Teilung die Extinktion E der Untersuchungslösung bedeutet. E ist eine Maßzahl für die Absorption. Den durch die Schichtdicke (in cm) dividierten Wert der Extinktion bezeichnet man als Extinktionskoeffizienten k .

Um den Einfluß von Helligkeitsunterschieden in beiden Strahlengängen auszugleichen, wiederholt man die Messung nach Drehen der Küvettenwechsellvorrichtung und bildet das Mittel aus den abgelesenen Anzeigen.

Ermittlung der Konzentration

Zur Ermittlung der Konzentration durch Rechnung benutzt man die Extinktion, die unmittelbar an der Meßtrommel abgelesen wird. Bei Gültigkeit des Beerschen Gesetzes verhalten sich die Konzentrationen zweier Lösungen wie ihre Extinktionskoeffizienten. Man braucht also nur einmal für eine Lösung bekannter Konzentration c_1 ihre Extinktion für ein geeignetes Filter zu ermitteln. Die Division durch die Schichtdicke, in der die Lösung untersucht wurde, ergibt den Extinktionskoeffizienten k_1 . Bei allen späteren Unter-



suchungen kann dann die Konzentration c_2 einer unbekanntem Lösung, für die der Extinktionskoeffizient k_2 ermittelt wurde, berechnet werden aus

$$c_2 = \frac{c_1}{k_1} \cdot k_2$$

Aufstellung einer Eichkurve

Dazu müssen Messungen an einer Reihe Lösungen mit abgestuften, bekannten Konzentrationen vorgenommen werden. Die Meßergebnisse werden dann in Abhängigkeit von der Konzentration auf Millimeterpapier aufgetragen und die einzelnen Meßpunkte zu einer Kurve verbunden. Ferner sind die Schichtdicke und das bei der Messung benutzte Filter anzugeben. Das Meßverfahren ist dann sehr einfach. Man füllt die Untersuchungslösung in das Untersuchungsgefäß, schaltet das Filter vor und stellt mit Hilfe der Meßstrommel auf gleiche Helligkeit ein. Zu jeder abgelesenen Anzeige kann dann die Konzentration unmittelbar aus der Eichkurve entnommen werden.

Die Konzentrationsbestimmung mit Hilfe einer Eichkurve ist besonders wertvoll bei Reihen- und Massenuntersuchungen und in allen den Fällen anzuwenden, in denen das Beersche Gesetz nicht streng gilt. Das Pulfrich-Photometer ist wegen der schnellen und einfachen Arbeitsweise besonders dazu geeignet, den zeitlichen Verlauf kolorimetrischer Reaktionen zu verfolgen und die Einflüsse der verschiedenen maßgebenden Faktoren systematisch zu untersuchen.

p_H-Bestimmungen

Die photometrische p_H-Bestimmung ist unter allen mit Farbindikatoren arbeitenden Methoden durch besondere Schnelligkeit und Genauigkeit ausgezeichnet. Wie bei einer kolorimetrischen Konzentrationsbestimmung wird zunächst die Extinktion der mit einem Indikator versetzten Untersuchungslösung gemessen. Bei Benutzung der Nitrophenole als Indikator wird hierzu das Spezialfilter S 43,4/2,0 vorgeschaltet, für Phenolphthalein wird das Filter S 57 benutzt. Da die Extinktion sich in gesetzmäßiger Weise mit der Wasserstoffionenkonzentration ändert, kann der p_H-Wert unmittelbar zu jeder Ablesung aus den von Janke und Sekera ausgearbeiteten Tabellen entnommen werden. Die Tabellen sind in der Arbeitsanleitung CZ 32-A 515-1

enthalten. Der Einfluß einer Eigenfärbung oder -trübung der Untersuchungslösung wird in der Weise ausgeschaltet, daß man eine Küvette gleicher Schichtdicke mit der Untersuchungslösung ohne Indikator in den Vergleichsstrahlengang bringt.

Wenn man die Extinktion der mit einem zweifarbigen Indikator versetzten Untersuchungslösung für zwei geeignete Filter bestimmt, ist sogar eine genaue Dosierung des Indikatorzusatzes unnötig.

Ausschaltung der Eigenfarbe oder -trübung der Untersuchungslösung oder der Reagenzien

Einflüsse der Eigenfarbe oder -trübung der Untersuchungslösung oder der Reagenzien werden beim Pulfrich-Photometer in einem Arbeitsgang dadurch ausgeschaltet, daß vor die zweite Photometeröffnung ein Untersuchungsgefäß gleicher Schichtdicke mit einer Kompensationslösung gesetzt wird. Die Kompensationslösung wird wie die Probe vorbereitet, enthält aber, falls die Störung von der zu untersuchenden Lösung herrührt, an Stelle des anfärbenden Reagenz destilliertes Wasser. Wird die Störung durch die Reagenzien hervorgerufen, so dient als Kompensationslösung destilliertes Wasser, das genau wie die zu untersuchende Lösung behandelt wurde. Das Pulfrich-Photometer erfüllt damit in einfachster Weise auch alle die Aufgaben, zu denen bisher Kompensationskolorimeter erforderlich waren.

Auswertung bei Farbmessungen an Flüssigkeiten

Die Farbmessung dient neben anderen Messungen zur Prüfung der Reinheit irgendwelcher Flüssigkeiten oder z. B. der Übereinstimmung von Farbstofflösungen. Man bestimmt die Durchlässigkeit nach dem Meßvorgang (s. S. 15) für alle S-Filter und trägt die Durchlässigkeitswerte in Abhängigkeit vom Wellenlängenschwerpunkt der Filter in ein Diagramm ein. In der Mehrzahl der Fälle genügen diese Punkte, um den Verlauf der Durchlässigkeitskurve genügend genau zu bestimmen. An Stelle der Durchlässigkeitskurve können an der Meßtrommel auch Extinktionswerte E abgelesen werden. E dividiert durch Schichtdicke in cm ergibt den Extinktionskoeffizienten k , mit dessen Hilfe die Extinktionskurve erstellt werden kann. Ermittelt man schließlich die Logarithmen von k ($\log k$) und trägt diese Werte in Abhängigkeit von der



Wellenlänge auf, so erhält man Kurven, die sogenannten „typischen Farbkurven“, deren Verlauf von Konzentration und Schichtdicke unabhängig und für die Art der Absorption des in Lösung befindlichen gefärbten Stoffes charakteristisch ist.

Eine ausführliche Gebrauchsanleitung wird jedem Pulfrich-Photometer bei Lieferung beigegeben.

Weitere Anwendungen des Pulfrich-Photometers

Ein besonderer Vorzug des Pulfrich-Photometers ist seine vielseitige Anwendungsmöglichkeit. Das Photometer als solches kann von der Dreikant-schiene rasch abgenommen und in Verbindung mit seit Jahren bewährten Zusatzgeräten benutzt werden. Auf diese Weise können alle diejenigen Bestimmungen durchgeführt werden, die im Prinzip auf einer photometrischen Messung beruhen, wie

Trübungsmessungen an Kolloidsolen (Suspensionen und Emulsionen) und Fermenten

Fluoreszenzmessungen an durchsichtigen, flüssigen Proben

Schwärzungsmessungen an photographischem Positiv- und Negativmaterial

Messung der Lichtdurchlässigkeit von festen Proben

Rückstrahlungs- und Weißgehaltsmessungen mit Ulbrichtscher Kugel an Papieren, Pulvern, Zucker, Mehl usw.

Glanzmessungen an Textilien, Papieren, Leder, Keramik usw.

photometrische Messungen an Lichtquellen und Leuchtmassen

In Verbindung mit einigen Ergänzungsteilen (Vorsatzobjektiven usw.) kann das Gerät auch als **Vergleichsmikroskop** benutzt werden.

Besondere Druckschriften für diese Anwendungsgebiete werden, soweit vorrätig, auf Wunsch gern kostenfrei zugesandt.

Schrifttumshinweise

Die uns bisher bekanntgewordenen Veröffentlichungen über Arbeiten mit dem Pulfrich - Photometer haben wir in folgenden Schrifttumsverzeichnissen zusammengefaßt:

CZ 32-V 505-1 über klinische und physiologische Untersuchungen

CZ 32-V 506-1 über Vitamin-, Hormon- und Fermentbestimmungen

CZ 32-V 507-1 über Lebensmitteluntersuchungen

CZ 32-V 508-1 über Wasseruntersuchungen

CZ 32-V 509-1 über Untersuchungen der Papier-, Textil-, Leder- und Farbenindustrie (mit Einschluß der Veröffentlichungen über allgemeine kolorimetrische und nephelometrische Verfahren zur quantitativen Bestimmung organischer Verbindungen)

CZ 33-V 510-1 über Untersuchungen der Metall-, Düngemittel-, Erdöl-, Kohle- und keramischen Industrie (mit Einschluß der Veröffentlichungen über allgemeine kolorimetrische und nephelometrische Verfahren zur quantitativen Bestimmung der chemischen Elemente und anorganischen Verbindungen)

Die interessierenden Verzeichnisse werden, soweit vorrätig, auf Anforderung kostenlos zugesandt.



Bestellliste

| Benennung | Gewicht kg | Bestell- nummer | Bestell- wort |
|--|---------------|--------------------|------------------|
| Ausrüstung Ib/15 | | | |
| bestehend aus: | | | |
| Photometer | 2,600 | 32 51 90 | <i>Uktol</i> |
| 9 S-Filtern, in Behälter | 0,100 | 32 52 10 | <i>Uftew</i> |
| Photometerleuchte mit Lampenfassung und Zuleitung, einschl. 2 Mattglasscheiben und 1 Klarglasscheibe | 1,500 | 32 56 37 | <i>Ukjek</i> |
| LS-Lichtwurf Lampe 6 V 30 W..... | 0,020 | 2630ZN54 | <i>Ukteb</i> |
| Kleinspannungs-Transformator 30 VA 220/6 ZN 5090 | 3,500 | | <i>Ukthe</i> |
| je 2 Glasküvetten mit Deckglas, rechteckige Form C, 0,5, 1, 2 und 5 cm Schichtdicke, in Behälter | 0,550 | 32 82 08 | <i>Uktif</i> |
| Küvettenwechsellvorrichtung mit 2 Haltern auf Reiter mit Säule..... | 1,400 | 32 55 13 | <i>Ufpoj</i> |
| Dreikantschiene 710 auf Gestell | 6,100 | 32 55 09 | <i>Ukili</i> |
| Reiter mit Säule für das Photometer | 1,800 | 32 55 01 | <i>Ubeps</i> |
| Reiter mit Säule für die Photometerleuchte | 1,250 | 32 55 02 | <i>Ubert</i> |
| Ausrüstung Ib/15 für Wechselstrom 220 V | 18,820 | 32 50 10 | <i>Ukign</i> |
| Ergänzungsausrüstungen | | | |
| 1. für Messungen mit monochromatischem Licht, bestehend aus: | | | |
| Quecksilberhochdrucklampe HQE 40 für Wechselstrom 220 V | 0,020 | 6540ZN54 | <i>Uilik</i> |
| Spezialfilter S 43 | 0,003 | 32 52 20 | <i>Uftia</i> |
| Drossel in Gehäuse für 220 V, mit Lampen- fassung und Anschlußleitungen | 2,800 | 32 73 72 | <i>Uilmo</i> |
| Ergänzungsausrüstung 1 zu Ib/15 | 2,825 | 32 50 16 | <i>Ulfjv</i> |

| Benennung | Gewicht kg | Bestell- nummer | Bestell- wort |
|--|---------------|--------------------|------------------|
| 2. für Messungen mit Kleinküvetten, bestehend aus: | | | |
| je 2 Kleinküvetten mit Deckglas, 1, 2 und 5 cm Schichtdicke, in Behälter..... | 0,250 | 32 82 00 | <i>Ukdyk</i> |
| Kleinküvettenhalter, auf Reiter mit Säule . | 1,400 | 32 55 17 | <i>Ufpav</i> |
| 2 Vorsatzobjektiven f = 125 mm..... | 0,030 | 32 53 53 | <i>Ufnol</i> |
| 2 Vorsatzlinsen f = 154 mm, in Einsteck- fassung | 0,080 | 32 53 71 | <i>Ubcin</i> |
| Ergänzungsausrüstung 2 zu lb/15 | 1,760 | 32 50 13 | <i>Uisie</i> |
| 3. für Messungen mit Mikroküvetten, bestehend aus: | | | |
| 2 Mikroküvetten, 1 cm Schichtdicke | 0,050 | 32 55 50 | <i>Ubcuy</i> |
| 2 Mikroküvetten, 2 cm Schichtdicke | 0,050 | 32 55 51 | <i>Ubcyc</i> |
| 2 Mikroküvetten, 5 cm Schichtdicke | 0,050 | 32 55 52 | <i>Ubdad</i> |
| 2 Trägern für die Mikroküvetten | 0,100 | 32 55 22 | <i>Ubcot</i> |
| 2 Vorsatzlinsen f = 154 mm, in Einsteck- fassung | 0,080 | 32 53 71 | <i>Ubcin</i> |
| Ergänzungsausrüstung 3 zu lb/15 | 0,330 | 32 50 14 | <i>Uisea</i> |
| 4. für Messungen mit Absorptionsrohren, bestehend aus: | | | |
| 2 Glas-Absorptionsrohren, 10 cm Schicht- dicke | 0,350 | 32 55 58 | <i>Uleug</i> |
| 2 Glas-Absorptionsrohren, 20 cm Schicht- dicke | 0,500 | 32 55 59 | <i>Ulevh</i> |
| Reiter mit Trägern für die Absorptionsrohre | 2,200 | 32 55 12 | <i>Ulewi</i> |
| Ergänzungsausrüstung 4 zu lb/15 . . . | 3,050 | 32 50 15 | <i>Uklyv</i> |
| 5. Ausrüstungs- und Ergänzungssteile | | | |
| Ablese- und Beleuchtungseinrichtung für die Meßtrommeln, mit Zuleitung | 0,350 | 32 56 10 | <i>Ukida</i> |
| Zwerglampe 4 V 0,4 A für die Ablese- und Beleuchtungseinrichtung..... | 0,005 | 5040ZN54 | <i>Uktxu</i> |



| Benennung | Gewicht kg | Bestell- nummer | Bestell- wort |
|--|---------------|--------------------|------------------|
| 1 C-Küvette mit Deckglas, 0,1 cm Schicht- dicke | 0,010 | 32 82 40 | <i>Uiwas</i> |
| 1 C-Küvette mit Deckglas, 0,2 cm Schicht- dicke | 0,015 | 32 82 48 | <i>Ukuvr</i> |
| Spezialfilter HgCd 405 | 0,003 | 32 52 85 | <i>Ujfra</i> |
| Spezialfilter Hg 708 | 0,003 | 32 52 84 | <i>Uihua</i> |
| Spezialfilter S 43,4/2,0 | 0,003 | 32 52 35 | <i>Ufnby</i> |
| Spezialfilter S 45 | 0,003 | 32 52 36 | <i>Ufnda</i> |
| Spezialfilter S 55 | 0,003 | 32 52 37 | <i>Ufneb</i> |
| Spezialfilter S 59 | 0,003 | 32 52 38 | <i>Ufnif</i> |
| Spezialfilter S 64 | 0,003 | 32 52 39 | <i>Uhiko</i> |
| Spezialfilter S 69 | 0,003 | 32 52 40 | <i>Uhüp</i> |
| Graufilter E=0,5, in Aufsteckfassung | 0,050 | 32 53 07 | <i>Ukacs</i> |
| Graufilter E= 1, in Aufsteckfassung | 0,050 | 32 53 08 | <i>Ukadt</i> |
| Graufilter E= 2, in Aufsteckfassung | 0,050 | 32 53 09 | <i>Ukahx</i> |
| 2 Mattglasscheiben hell, in Fassung, für den Gebrauch der Graufilter..... | 0,040 | 32 56 35 | <i>Ukbet</i> |
| 1 Kleinküvette mit Deckglas, 1 cm Schicht- dicke | 0,010 | 32 82 31 | <i>Ukuaw</i> |
| 1 Kleinküvette mit Deckglas, 2 cm Schicht- dicke | 0,015 | 32 82 32 | <i>Ukucy</i> |
| 1 Kleinküvette mit Deckglas, 5 cm Schicht- dicke | 0,040 | 32 82 33 | <i>Ukuea</i> |
| LS-Lichtwurflampe 6 V 30 W für die Photo- meterleuchte | 0,020 | 2630ZN54 | <i>Ukteb</i> |
| Okularvorsatzlinse für stark fehlsichtige Augen, nach Brillenrezept..... | 0,010 | 32 55 98 | <i>Udsve</i> |

Die angegebenen Gewichte sind nur annähernd und unverbindlich.

**Das Gerät ist zum Anschluß an Wechselstrom 220 V vorgesehen,
bei abweichender Netzspannung und Stromart bitte Sonderangebot
anfordern!**

Die entsprechenden Preise enthält die Preisliste CZ 32-P515a-1.

ZEISS

FERTIGUNGSPROGRAMM

Mikroskope
Mikrophotographische Geräte
Mikroprojektionsgerät
Lumineszenzeinrichtung
Zusatzgeräte für Mikroskopie

Kolposkope
Operationsmikroskop
Ohrlupe
Beleuchtungseinrichtungen für Operationssäle
Mundleuchte

Geräte zur Untersuchung der Augen
Geräte zur Bestimmung und Prüfung von Brillen
Lupen

Refraktometer
Laboratoriums-Interferometer
Handspektroskope
Spiegelmonochromator
UV-Spektrograph Q 24
Lichtelektrische Photometer
Pulfrich-Photometer
Polarimeter
Konimeter
Abbe-Komparator
Skalengalvanometer

Mechanische Geräte für Längen- und Gewin-
messungen

Zahnradprüfgeräte
Optisch-mechanische Geräte für Längen-,
Gewinde- und Profilmessungen

Geräte für Winkel-, Teilungs-
und Fluchtungsprüfungen

Profilprojektoren
Interferenzkomparator
Endmaße

Nivelliere
Theodolite

Reduktions-Tachymeter
Zusatzgeräte

Photographische Objektive
Kino-Aufnahme- und Projektions-Objektive
Reproduktions-Optik
Prismenvorsätze für Stereoaufnahmen

Tonkinokoffer-Anlagen 35 mm und 16 mm
Stummfilmkoffer 16 mm

Kinospiegel
Epidiaskope
Kleinbildwerfer
Röntgendiaskop
Röntgenschirmbildkameras
Aufnahme- und Lesegeräte für
Dokumentation
Schreibprojektor

Feldstecher
Theatergläser
Zielfernrohre

Refraktoren
Astrographen
Spiegelteleskope
Schulfernrohre
Aussichtsfernrohre
Kuppeln
Spektrographen
Passagegeräte
Planetarien

Punktal-, Uro-Punktal-
und Umbral-Brillengläser
Kratzgläser
Zweistärkengläser
Haftgläser
Fernrohrbrillen
Lupenbrillen

Druckschriften stellen wir gern zur Verfügung



DruckschriftenNr. CZ 32-515a-1

Waren-Nr. 37 48 1 10

A 5759/53 DDR - 5 - Jena MP II 3495