

September 1938

H V G - Mitteilung Nr. 420

Spannungsprüfung

Der HVG-Mitteilung Nr. 395 war eine Veröffentlichung von M. Haase, Jena, über "Filterpolarisation und ihre Anwendungsgebiete" beigelegt, in der die Zeiße'sche Polarisationsbrille beschrieben wird. Es war s. Zt. noch nicht möglich, genaue Angaben über die Ausführungsarten dieser Brille zu machen. Inzwischen ist das Gerät in einer Reihe von Glashütten in Benutzung genommen worden und hat sich durchaus bewährt. Die Firma Carl Zeiß, Jena, hat uns die beiden Druckschriften Med. 340 und Med. 341 übermittelt, die wir beilegen.

Bekanntlich gründet sich die Ermittlung und Messung von Spannungen im Glase auf die Tatsache, dass das an sich homogene, isotrope Medium durch die mechanischen Spannungen optisch anisotrop und doppelbrechend wird. Ein in bestimmter Ebene schwingender Lichtstrahl (polarisiertes Licht!) wird durch das Glas in zwei verschiedene Strahlen zerlegt, die in zwei zueinander senkrechten Ebenen schwingen. Da diese beiden Strahlen sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten fortpflanzen, erreichen sie beim Durchgang durch das Glas einen Gangunterschied, vermöge dessen sie - im Analysator auf die gleiche gemeinsame Schwingoxydebene zurückgebracht - mit einander interferieren.

Dieser Vorgang ist in der Abbildung 1 - 2 schematisch gezeigt. In Abb. 1 ist das polarisierte Licht in der Richtung P - P' schwingend und in seiner Intensität durch den Vektor O P gekennzeichnet dargestellt.

Abb. 1

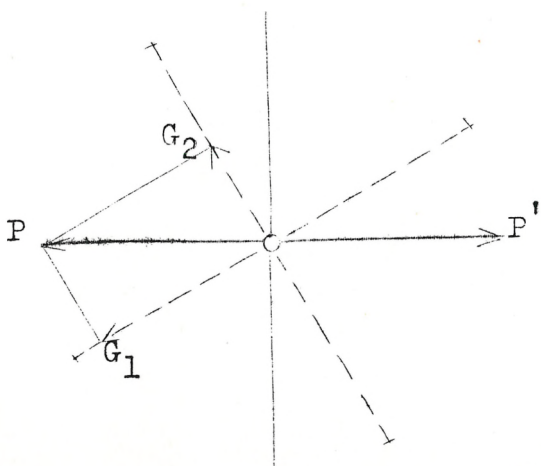
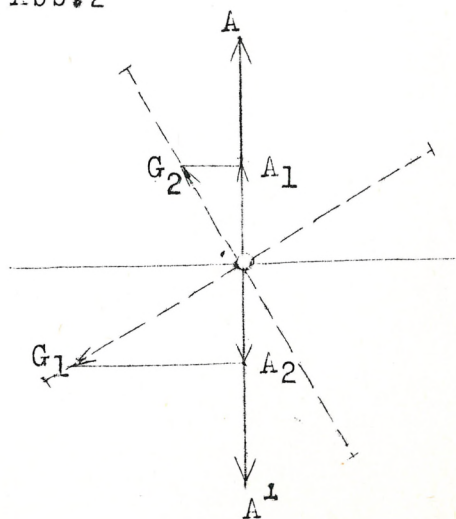


Abb. 2



Es tritt dem Sinne der Zeichnung nach senkrecht von unten im Punkte O in den Glasgegenstand ein, dessen Schwingungsrichtungen durch die Vektoren OG_1 und OG_2 bezeichnet sind. Der polarisierte Strahl PP' wird durch das Glas in zwei zerlegt, die in den Ebenen OG_1 und OG_2 schwingen. Die Verteilung der Lichtintensitäten vollzieht sich nach einfachen Gesetzen der Vektorenrechnung. (Dabei gilt, dass die beiden Intensitäten OG_1 und OG_2 gleich sind, wenn die Schwingungsrichtungen des Glases unter 45° gegen die des Polarisators gedreht sind. Analog entfällt die ganze einfallende Lichtenergie auf eine einzige Schwingungsrichtung des Glases, wenn diese unter 90° (bzw. 0°) gegen PP' gedreht sind.) Innerhalb des Glases pflanzen sich die beiden Strahlen mit verschiedenen Geschwindigkeiten fort, wobei die Geschwindigkeitsdifferenz umso grösser ist, je höher die im Glase vorhandenen Spannungen sind. Beim Verlassen des Glases (Abb.2) werden die beiden Schwingungen im Analysator auf die gleiche Schwingungsebene gebracht. Jetzt werden durch Interferenz alle die Wellenlängen verschwinden, bei denen der Gangunterschied eine Wellenlänge oder ein ganzes Vielfaches davon betragen hat. Wurde zur Betrachtung weisses Licht verwendet, so ist das resultierende Licht durch das Fehlen bzw. die Schwächung bestimmter Wellenlängen gefärbt.

Am deutlichsten treten diese Erscheinungen auf, wenn die Schwingungsrichtungen des gesamten Glasgegenstandes unter 45° gegen die des Polarisators liegen, während bei Uebereinstimmung der Schwingungsrichtungen völlige Auslöschung des Lichtes durch den Analysator auftritt. Bei der Untersuchung auf Spannung sind die Gläser daher um die Achse des Lichtstrahles zu drehen.

Da das Gebiet der subjektiv sichtbaren Wellenlänge zwischen $0,4$ bis $0,8 \cdot 10^{-4}$ cm liegt, werden bei geringer Doppelbrechung die kürzesten Wellenlängen verschwinden, während mit zunehmender Doppelbrechung immer mehr Wellenlängen einen Gangunterschied von einem ganzen Vielfachen der Wellenlänge aufweisen werden. Charakteristische Interferenzfarben treten nur auf, wenn möglichst wenige Wellenlängen ausgelöscht sind, d.h. in den niedrigen Ordnungen. Fehlen viele Wellenlängen, verteilt über das ganze

Spektrum, so wird der Farbeindruck verwaschen. Folgende Tabelle gibt den Interferenzfarben mit zunehmender Doppelrechnung und den zugehörigen Gangunterschied.

Wegdifferenz in 10^{-4} cm	Polarisationsfarbe bei gekreuzten Nikols	
0,000	schwarz	I. Ordnung
0,218	grau	
0,259	weiss	
0,267	gelb-weiss	
0,281	strohgelb	
0,332	gelb	
0,430	braungelb	
0,505	rotorange	
0,536	rot	
0,551	tiefrot	
0,565	purpur	II. Ordnung
0,575	violett	
0,589	indigo	
0,664	himmelblau	
0,728	grünblau	
0,747	grün	
0,843	gelbgrün	
0,910	gelb	
0,998	orangerot	
1,101	dunkelrotviolett	
1,151	indigo	III. Ordnung
1,334	hellgrün	
1,495	rosa	
1,652	grauviolett	
1,682	graublau	IV. Ordnung
1,711	mattgrün	
1,811	hellgrün	
2,007	weissgrau	
2,048	rosa	

Die in dünnen Glasgegenständen vorhandene Doppelbrechung und damit der erzielbare Gangunterschied des ordentlichen und des ausserordentlichen Strahlenbündels ist meist gering. Dadurch treten trotz vorhandener Spannung in betrachteten Gläsern statt der Interferenzfarben vielfach nur schwache Aufhellungen auf, die der Aufmerksamkeit leicht entgehen können. Es empfiehlt sich daher, in den Strahlengang einen doppeltbrechenden Kristall einzuschalten, der die durch das Glas verursachte (evtl. zu schwache) Doppelbrechung verstärkt. Als Polarisationsfarbe dieses "Kompensators" wählt man vorzugsweise das Rot I.Ordnung;

weil diese Farbe bereits durch kleinste Aenderungen in der Doppelbrechung sehr empfindlich geändert wird, sie schlägt bei additiver Doppelbrechung in das Blau der II. Ordnung und bei subtraktiver Doppelbrechung in das Gelb der I.Ordnung um.

Die Herstellung polarisierten Lichtes geschieht am besten beim Durchgang des Lichtes durch speziell zugeschliffene Kristalle, die vielfach nach ihrem ersten Berechner Nicol benannt werden, obwohl inzwischen eine ganze Reihe anderer Berechnungsarten bekannt geworden sind, die lichtstärkere Polarisatoren liefern als die nach Nicol. Diese Polarisatoren sind vorwiegend für Zwecke der Mikroskopie gedacht, sie sind also nicht zur Ausleuchtung grosser Flächen mit polarisiertem Licht geeignet. Hierfür eignet sich jedoch vorzüglich das von Carl Zeiß, Jena nach Vorschlägen von Bernauer konstruierte Bernotar, das bereits bei sehr geringer Dicke das durchlaufende Licht zu einem grössten Teil (das sichtbare Spektrum von $0,4 - 0,65 \cdot 10^{-4}$ cm zu etwa 99%) polarisiert. Die geringe Dicke der "Bernotare" erlaubt ihre Verwendung in Brillen und damit die subjektive Betrachtung ausgedehnter Gegenstände.

Die Beschaffung polarisierten Lichtes für die Spannungsprüfung kann entweder nach dem Vorschlag der Zeiß-Druckschrift Med.341 mittels einer Projektionslampe mit vorgesetztem Polarisator - der in diesem Falle ein Kompensationsplättchen (Rot I.Ordnung) enthält - oder durch Betrachtung der Gegenstände im reflektierten Licht einer dunklen, spiegelnden Fläche (schwarze Glasscheibe, Linoleumboden, notfalls tut es auch eine Pfütze!). Betrachtet man die Gegenstände im durch Reflexion polarisierten Licht, so ist die in der Druckschrift Med 340 beschriebene Brille, die für beide Augen Kompensatorplättchen (Rot I.Ordnung) enthält, zu verwenden.

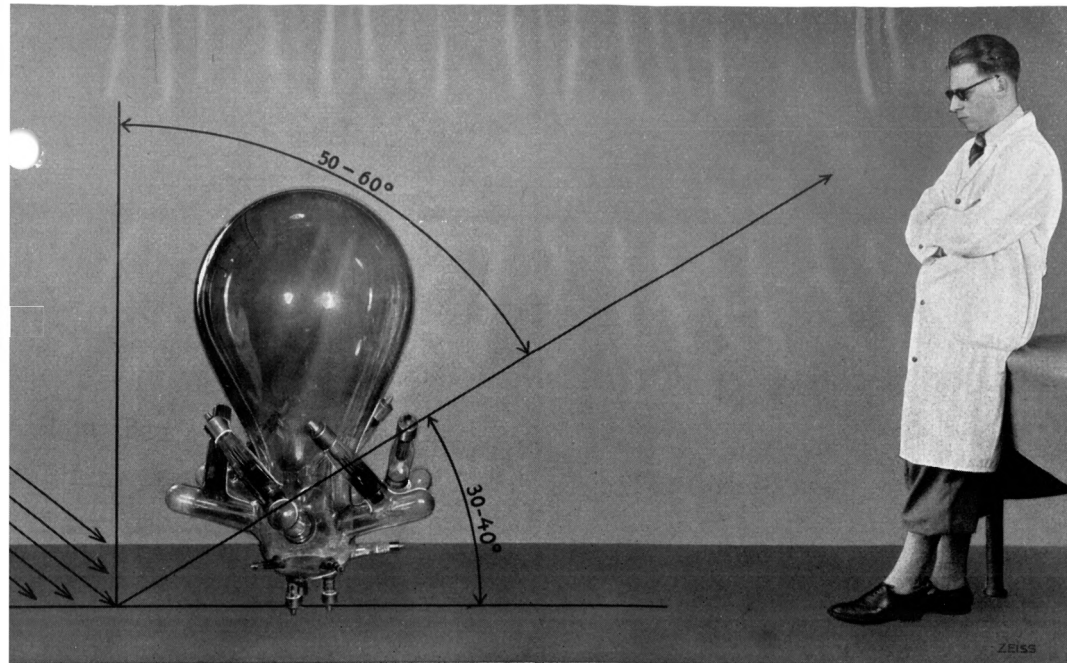
Analgen: Zeiß-Druckschriften
Med 340 u. Med 341

weil diese Farbe bereits durch kleinste Aenderungen in der Doppelbrechung sehr empfindlich geändert wird, sie schlägt bei additiver Doppelbrechung in das Blau der II. Ordnung und bei subtraktiver Doppelbrechung in das Gelb der I.Ordnung um.

Die Herstellung polarisierten Lichtes geschieht am besten beim Durchgang des Lichtes durch speziell zugeschliffene Kristalle, die vielfach nach ihrem ersten Berechner Nicol benannt werden, obwohl inzwischen eine ganze Reihe anderer Berechnungsarten bekannt geworden sind, die lichtstärkere Polarisatoren liefern als die nach Nicol. Diese Polarisatoren sind vorwiegend für Zwecke der Mikroskopie gedacht, sie sind also nicht zur Ausleuchtung grosser Flächen mit polarisiertem Licht geeignet. Hierfür eignet sich jedoch vorzüglich das von Carl Zeiß, Jena nach Vorschlägen von Bernauer konstruierte Bernotar, das bereits bei sehr geringer Dicke das durchlaufende Licht zu einem grössten Teil (das sichtbare Spektrum von $0,4 - 0,65 \cdot 10^{-4}$ cm zu etwa 99%) polarisiert. Die geringe Dicke der "Bernotare" erlaubt ihre Verwendung in Brillen und damit die subjektive Betrachtung ausgedehnter Gegenstände.

Die Beschaffung polarisierten Lichtes für die Spannungsprüfung kann entweder nach dem Vorschlag der Zeiß-Druckschrift Med.341 mittels einer Projektionslampe mit vorgesetztem Polarisator - der in diesem Falle ein Kompensationsplättchen (Rot I.Ordnung) enthält - oder durch Betrachtung der Gegenstände im reflektierten Licht einer dunklen, spiegelnden Fläche (schwarze Glasscheibe, Linoleumboden, notfalls tut es auch eine Pfütze!). Betrachtet man die Gegenstände im durch Reflexion polarisierten Licht, so ist die in der Druckschrift Med 340 beschriebene Brille, die für beide Augen Kompensatorplättchen (Rot I.Ordnung) enthält, zu verwenden.

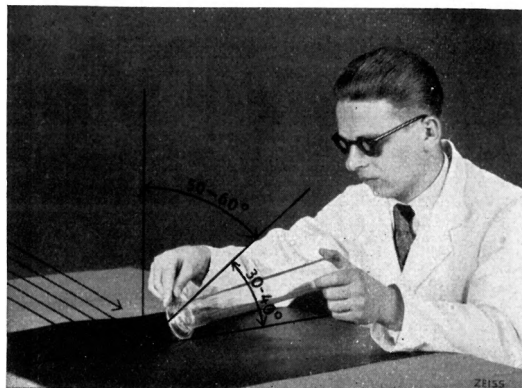
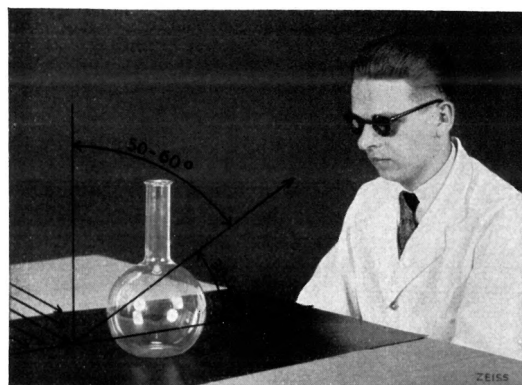
Analgen: Zeiß-Druckschriften
Med 340 u. Med 341



ZEISS

Polarisations- brille

zur
Spannungsprüfung
von Glaswaren



Med 340/I P.M.

Mit Hilfe unserer Polarisationsfilter nach Prof. Bernauer ist es möglich geworden, in der einfachsten Weise einen Spannungsprüfer in Brillenform herzustellen.

Die Festigkeit und Bruchsicherheit von Glaswaren (Gefäßen, Meß- und Reagenzgläsern u. a.) ist in hohem Maße von ihrer Spannungsfreiheit abhängig. Verspannte Gläser können ohne ersichtlichen Grund zerspringen, umso eher, wenn sie, wie die technischen Glaswaren, Temperatur- und Druckänderungen ausgesetzt werden müssen.

Wie bei jedem Spannungsprüfer braucht man lediglich als Untergrund eine mit Tages- oder Lampenlicht beleuchtete waagerechte Fläche, die polarisiertes Licht liefert.

Jede reflektierende dunkle (nicht weiße und nicht metallische) Fläche ist geeignet, am besten z. B. eine schwarze Glas- oder Cellonplatte oder rotbrauner Linoleumüberzug. Für größere Glasgegenstände kann auch mit Linoleum belegter Fußboden als Polarisationsfläche benutzt werden.

In diesem Falle stellt man den zu prüfenden Glasgegenstand in geeigneter Entfernung einfach auf den Fußboden, oder man bringt ihn in der Weise, wie im Titelbilde dargestellt, in das reflektierte und dadurch polarisierte Licht. Beobachten muß man mit der Brille in der günstigsten Blickrichtung: 30—40° zu der waagerechten Fläche (bzw. 50—60° zur Lotrechten entsprechend dem Lichteinfallswinkel, der 50—60° zur Lotrechten betragen muß). Man bewegt den Gegenstand, indem man ihn langsam um die Beobachtungsachse hin und her dreht. Dann werden verspannte Stellen auf der violetten Grundfärbung des Gesichtsfeldes durch einen **Farbenumschlag** erkennbar:

Beim Drehen des zu prüfenden Glases erscheinen verspannte Stellen abwechselnd **blau** und **gelb**. Der spannungsfreie Bereich ist **violett** wie die Grundfarbe. Es können nicht nur Gegenstände aus Glas sondern auch aus anderen elastischen und **durchsichtigen** Stoffen (z. B. Zelluloid, Cellon, Bakelit) geprüft werden.

Polarisationsbrille für Spannungsprüfung

schildpattfarbiges Zellhornbrillengestell mit Polarisationsfiltern und Kompensatorplättchen (Rot I. Ordnung), im Behälter

Bestellwort	Gewicht g	<i>R.M.</i>
<i>Ehkas</i>	62	<u>42.—</u>

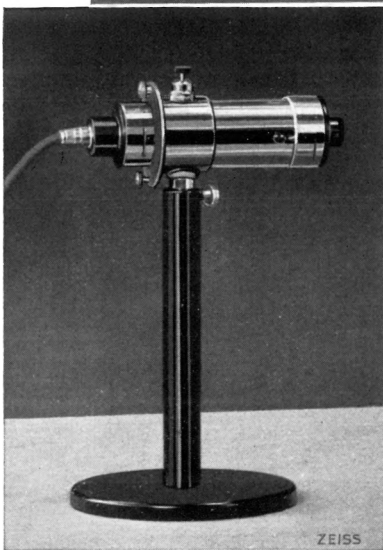
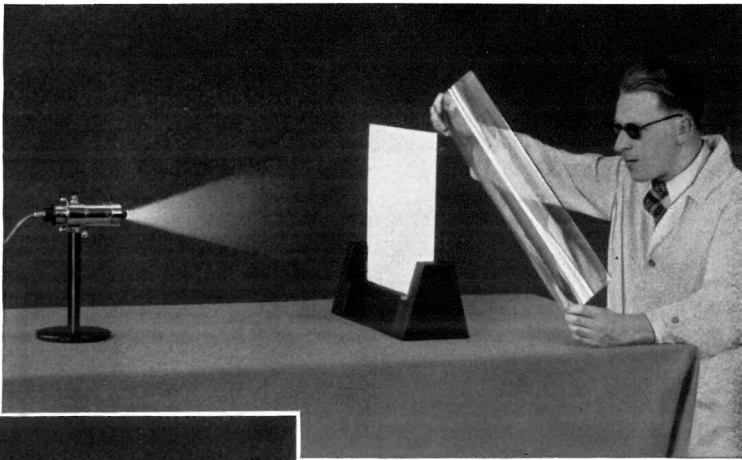
Gewicht der Brille **ohne** Behälter: 22 g.

ab Jena, ohne Verpackung.



ZEISS

Großflächenpolarisator und Analysatorbrille



**für Spannungsprüfungen
von Gegenständen aus
Glas und für spannungs-
optische Untersuchungen
an Probekörpern**



Med 341/I R.M.

Der Großflächenpolarisator in Verbindung mit einer Analysatorbrille ist ein praktischer Spannungsprüfer für Glashütten und Glaswarenfabriken, mit dem an Glasgefäßen, Flaschen, Glasröhren, Glasstäben, Kristallgläsern u. a. in einfacher und augenfälliger Weise Spannungen sichtbar gemacht werden können. In optischen Werken ermöglicht das Gerät, das für Linsen und Prismen bestimmte Rohglas vorher auf Spannung zu prüfen. Außerdem können Modellkörper aus Glas, Zelluloid, Cellon, Bakelit und sonstigen elastischen und **durchsichtigen** Kunstharzstoffen spannungsoptisch (auf mechanische Spannungen) untersucht werden, wenn auch im allgemeinen diese Studien im zirkular polarisierten Licht (zwei $\lambda/4$ -Plättchen) ausgeführt werden.

Das gerichtete Licht einer Projektionslampe wird durch ein kleines Herapathifilter, dem ein Kompensatorplättchen (Rot I. Ordnung) vorgeschaltet ist, linear polarisiert und auf eine große Mattscheibe in etwa 1 m Entfernung geworfen.

Auf diesen großflächigen Polarisator blickt man von hinten beidäugig mit einer **Analysatorbrille** – man sieht das ganze Feld in purpurroter Farbe aufleuchten.

Gegenstände, die gegen die durchscheinende Mattscheibe durch die Analysatorbrille beobachtet und zu diesem Zwecke langsam um die Beobachtungsrichtung hin und her gedreht werden, zeigen, wenn sie Spannungen aufweisen, an den verspannten Stellen einen **Farbenumschlag** aus dem **Purpurrot** ins **Blau** und **Gelb**. Bei Probekörpern sieht man deutlich den Verlauf der Spannungslinien.

Unsere Herapathifilter sind nach einem von **Prof. Bernauer** angegebenen Verfahren hergestellt.

Großflächenpolarisator und Analysatorbrille

bestehend aus:

Projektionslampe mit Polarisationsansatz
(Wärmeschutzglas und Herapathfilter mit
Kompensatorplättchen) auf Tischstativ mit
rundem Fuß
Mattscheibe, 35X35 cm, auf Holzständer . .

Analysatorbrille mit Herapathfiltern (im Klapp-
behälter)
Niedervoltige Glühlampe 3.8 Amp., 3.5 Volt
Ersatzlampe

Für Wechselstrom

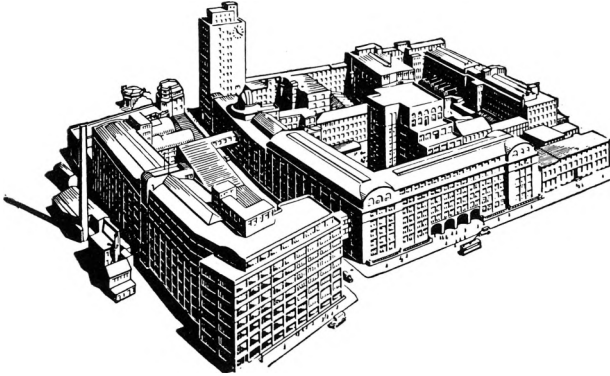
Lampenkabel mit Schalter und Steckdose für
Transformorkabel
Transformator F, 3.8 Amp., 4 Volt, mit 30 cm
Kabel und Stecker für Lampenkabel, mit Netz-
kabel und Netzstecker, für 110 oder 220 Volt
Großflächenpolarisator, gebrauchsfertig . .

Für Gleichstrom (oder Wechselstrom)

Lampenkabel mit Schalter und Steckdose für Widerstand
und mit Netzkabel und Netzstecker.
Regulierwiderstand D, 5 Amp.
50 Ohm, für Anschluß bis zu 150 Volt
70 Ohm, für Anschluß bis zu 250 Volt

Bestell- wort	Ge- wicht kg	<i>R.M.</i>
<i>Ehify</i>	3.200	103.-
<i>Ehjha</i>	2.100	13.-
<i>Ehjle</i>	0.062	35.-
<i>Ecloa</i>	0.010	2.-
<i>Ecloa</i>	0.010	2.-
<i>Ehjoh</i>	5.382	155.-
<i>Egipi</i>	0.180	8.-
<i>Eclep</i>	1.270	22.-
<i>Ehjpi</i>	6.832	185.-
<i>Egisk</i>	0.450	9.-
<i>Ecmitt</i>	4.300	34.-
<i>Eahma</i>	3.800	34.-

Die Preise sind ab Werk Jena, ohne Verpackung berechnet. Erfüllungsort für Lieferung
und Zahlung ist Jena. Die angegebenen Gewichte sind Durchschnittswerte



Gegründet im Jahre
1846

CARL ZEISS / JENA

Telegramm-Adresse: ZEISSWERK JENA

Berlin NW 7, Karlstraße 39 / Hamburg I, Alsterdamm 12/13 / Köln,
Neumarkt 1 c / Wien IX/3, Ferstelgasse 1 / Brüssel, 45, Boulevard
Bischoffsheim / London W1, Mortimer House, 37-41, Mortimer
Street / New York, 485 Fifth Avenue / Los Angeles, Cal., 728 So.
Hill Street / Buenos Aires, Bernardo de Irigoyen 330 / Rio de
Janeiro, Rua dos Benedictinos 21 / São Paulo, Rua Barão de
Itapetininga 120, 5.º / Tokio, Yusen Building 7th floor, Marunouchi
Amsterdam / Madrid / Mailand / Paris / Stockholm

ZEISS

OPTISCHE INSTRUMENTE

Mikroskope / Mikrographische und Projektions-
apparate / Optische Meßinstrumente / Photo-
graphische Objektive / Feldstecher und Theatergläser /
Punktal-Brillengläser / Perivist-Vollsichtbrillen /
Aussichts-Fernrohre / Astronomische Fernrohre und
Hilfsapparate / Geodätische Instrumente / Photo-
grammetrische Instrumente / Lupen / Beleuchtungs-
einrichtungen für Operationssäle / Feinmeßgeräte /
Gewehr-Zielfernrohre / Medizinisch-optische Instru-
mente / Spezial-Scheinwerfer

Kataloge kostenlos bei Angabe des interessierenden Instrumentes