Zeitschrift: Mitteilungen über Textilindustrie : schweizerische Fachschrift für die gesamte Textilindustrie

Herausgeber: Verein Ehemaliger Textilfachschüler Zürich und Angehöriger der Textilindustrie

Band: 67 (1960)

Heft: 11

Rubrik: Färberei-Ausrüstung

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Färberei-Ausrüstung

Der Spectromat als Farbmeßgerät

Von PRETEMA AG. Zürich

Erschienen im «Schweizer Archiv für angewandte Wissenschaft und Technik», Jahrgang 26, Nr. 2, 1960

Zusammenfassung

Nach einer kurzen Erläuterung der Voraussetzungen und Begriffe für eine Farbbeurteilung nach dem Spektralverfahren wird das Meßprinzip und die Arbeitsweise des automatischen Filterspektrographen Spectromat beschrieben. Einige Anwendungsbeispiele geben Aufschluß über die praktischen Einsatzmöglichkeiten dieses objektiven Farbmeßgerätes, vor allem in den Industrien für Textilien, Kunststoffe, Aluminiumfolien, Farben, Papiere und im graphischen Gewerbe.

1. Einleitung

Es ist bekannt, daß die Lichtstrahlungen, die wir mit unseren Augen wahrnehmen, im allgemeinen nicht unzertrennbare Strahlungen darstellen, sondern daß sie aus verschiedenen Lichtern, den sogenannten Spektrallichtern, zusammengesetzt sind. Durch diese Zusammensetzung ist der Farbeindruck, den eine Lichtstrahlung in unserem Auge hervorruft, eindeutig bestimmt. Auch die verschiedenen Spektrallichter erzeugen Farbeindrücke, die vom Violett über Blau, Grün, Gelb, Orange bis zum Rot gehen (Abb. 1), wobei natürlich auch alle Farbübergänge vor-

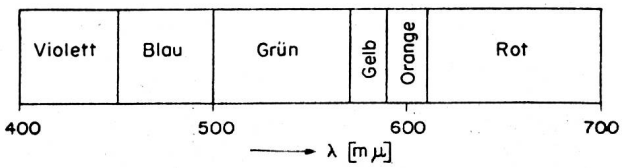

Abb. 1. Das sichtbare Spektrum, dargestellt in Funktion der Lichtwellenlänge λ

handen sind. Da jedes Spektrallicht einer Strahlung bestimmter Wellenlänge entspricht, kann das Farbspektrum durch einen Wellenlängenmaßstab charakterisiert werden.

Wird eine Lichtstrahlung spektral zerlegt, so lassen sich die Anteile aller Spektrallichter in dieser Strahlung feststellen, und man erhält die spektrale Lichtenergieverteilung. Abbildung 2 zeigt die relative, spektrale Energieverteilung einer Lichtstrahlung, die in unseren Augen einen grünen Farbeindruck erweckt. Angenommen, es handle sich z. B. um ein grünes Papier, das durch weißes Tageslicht, in dem alle Spektrallichter in ungefähr gleich starkem Maße vertreten sind, beleuchtet werde, so sagt die spektrale Verteilung aus, daß vom Papier im violettblauen und roten Spektralbereich wenig, im grünen Spektralbereich viel Lichtenergie zurückgeworfen wird. Bestimmt man für jede Wellenlänge des Spektrums den prozentualen Anteil des zurückgeworfenen Lichtes von der einfallenden Strahlung, so führt dies zu einer spektralen Verteilung, die unabhängig von der Beleuchtung für die grüne Farbe des Papiers charakteristisch ist und Remissionskurve genannt wird. Diese Remissionskurve erhält man direkt, wenn der farbige Gegenstand mit einer Lichtstrahlung, deren spektrale Lichtenergie über den ganzen sichtbaren Spektralbereich konstant ist, beleuchtet wird. Analog kann für ein durchsichtiges farbiges Medium die Transmissionskurve definiert werden.

Da, wie schon gesagt, die Remissionskurve für eine Farbe ein eindeutiges Charakteristikum ist, gilt die Folgerung, daß zwei Farben absolut identisch sind, wenn ihre Remissionskurven vollkommen übereinstimmen. Und zwar ist diese Farbgleichheit erfüllt bei jeder Lichtstrahlung, mit der die Farben beleuchtet werden, und für jedes menschliche Auge, obwohl gerade die menschlichen Augen sehr große Unterschiede in bezug auf das Farbsehen aufweisen. Umgekehrt gilt aber nicht, daß zwei Farben, die von einem Betrachter unter einer bestimmten Beleuchtung visuell als gleich taxiert werden, identische Remis-

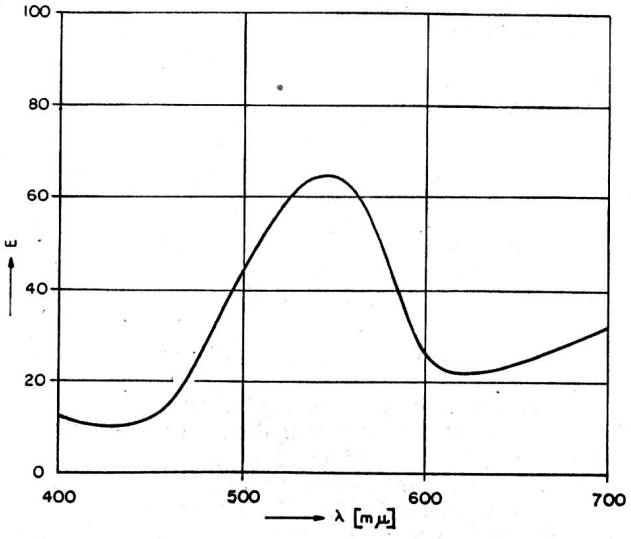

Abb. 2. Relative spektrale Energieverteilung der von einer grünen Farbe remittierten Lichtstrahlung.

sionskurven aufweisen müssen. Man nennt solche Farben, die unter bestimmten Voraussetzungen visuell übereinstimmen, aber verschiedene Remissionskurven haben, bedingt gleiche Farben. Solche Farben weichen dann aber unter anderen Beleuchtungsverhältnissen voneinander ab und können auch für verschiedene Augen unterschiedlich sein.

Aus diesem Grunde ist es einleuchtend, daß überall dort, wo eine vorgeschriebene Farbe wieder reproduziert werden muß, der Wunsch besteht, mittels objektiver Farbmeßmethoden dieses Ziel zu erreichen, d. h. die Farbe so zu reproduzieren, daß ihre Remissionskurve mit der der Farbvorlage übereinstimmt. Dies setzt aber voraus, daß ein Meßgerät vorhanden ist, womit die Remissionskurven ermittelt werden können. Ein solches Meßgerät stellt der Spectromat dar, der im folgenden beschrieben wird.

2. Meßprinzip des Spectromat

Die Zerlegung einer Lichtstrahlung in ihre spektralen Anteile läßt sich auf verschiedene Arten bewerkstelligen. Die bekannteste Art ist die, wo mit Hilfe eines Prismas das Spektrum in einer Fläche abgebildet wird. Man läßt das Lichtbündel auf das Prisma fallen, und da die spektralen Lichtanteile in Funktion ihrer Wellenlänge im Prisma verschieden gebrochen werden, findet die gewünschte Zerlegung statt. Mit einem feinen mechanischen Spalt kann das Spektrum abgetastet und können die einzelnen spektralen Lichtanteile gemessen werden.

Eine andere Möglichkeit für die Messung spektraler Energieverteilungen ist im Spectromat verwirklicht. Die oben beschriebene Kombination Prisma plus mechanischer Spalt wird ersetzt durch eine Reihe von Lichtfiltern, die nur ein ganz schmales Band des Spektrums durchlassen. Verwendet werden sogenannte Interferenzfilter, deren Bandbreiten einem Wellenlängenbereich von einigen mμ

entsprechen. Die Filter sind so gewählt, daß ihre Durchlaßbereiche in richtiger Weise über den ganzen sichtbaren Spektralbereich verteilt sind. Fällt nun ein Lichtbündel auf ein solches Filter, so wird von dem Filter nur ein ganz bestimmter spektraler Lichtanteil durchgelassen. Macht man dies bei allen Filtern, so ergeben alle durchgelassenen Anteile zusammen die gewünschte spektrale Verteilung des einfallenden Lichtbündels, sofern das Durchlassungsvermögen aller Filter gleich ist. Ein nach diesem Prinzip arbeitendes Meßgerät nennt man Filterspektrograph. Er läßt sich im allgemeinen nur verwenden zur Messung von kontinuierlich verlaufenden spektralen Verteilungen, wie z. B. die Remissionskurven der gebräuchlichen Farbstoffe. Bei Linienspektren, wo die Lichtstrahlung nur aus einer oder mehreren diskreten Spektrallinien bestimmter Wellenlängen zusammengesetzt ist, kann mit einem Filterspektrographen nur unter bestimmten Voraussetzungen eine genaue quantitative Messung ausgeführt werden. Ueber die theoretischen Bedingungen, die damit verknüpft sind, gibt die am Schluß dieses Aufsatzes angegebene Literatur eingehenden Aufschluß.

3. Arbeitsweise und Aufbau des Spectromat

Abbildung 3 zeigt ein Prinzipschema des Meßgerätes. Mit einer Lichtquelle (1) und der dazugehörigen Optik

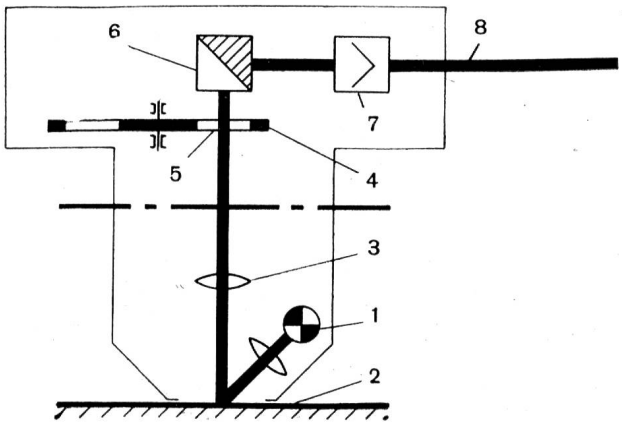

Abb. 3. Prinzipschema des Spetromat. Vorrichtung für Remissionsmessungen unter gerichteter Bestrahlung der Meßobjekte. 1 Lichtquelle, 2 Meßobjekt, 3 optisches System, 4 Filterrad, 5 Interferenzfilter, 6 Photozelle, 7 elektrischer Verstärker, 8 Verbindung zum Kathodenstrahloszillographen.

wird das zu untersuchende Medium (2) (z. B. Papier, Textil, Metall, Pulver usw.) beleuchtet. Das vom Medium zurückgeworfene Licht gelangt durch ein optisches System (3) auf die Interferenzfilter (5). Die Filter, deren Zahl 25 beträgt, sind in eine sich drehende Filterradscheibe (4) eingesetzt und werden der Reihe nach in das aus dem optischen System kommende Lichtbündel gebracht. Eine Drehung des Filterrades entspricht somit einer Abtastung des ganzen sichtbaren Spektralbereichs. Das Rad dreht sich mit einer Tourenzahl von 300 Umdrehungen pro Minute. Die minimale Zeit zur Messung der spektralen Verteilung einer Lichtstrahlung beträgt somit 0,2 s. Die von den Filtern durchgelassenen Lichtimpulse werden auf die Photozelle (6) gelenkt, wo die Umwandlung in elektrische Impulse stattfindet. Ueber einen Verstärker (7) gelangen diese zum Kathodenstrahloszillographen, wo sie als senkrechte Linien auf dessen Bildschirm (Abb. 4) abgebildet werden. Abbildung 4 zeigt, daß die Impulse in praktisch regelmäßiger Folge über den spektralen Meßbereich (380 bis 720 mμ) verteilt sind. Die Höhe der Impulse ist direkt ein Maß für die entsprechende spektrale Linienenergie, so daß die die Spitzen aller Impulse verbindende Kurve der zu messenden spektralen Verteilung entspricht. Im Falle von Abbildung 4 ist dies eine horizontale Gerade von 100 % Höhe, entsprechend der Remissionskurve eines ideal weißen Körpers, der über den ganzen Spektralbereich die auffallende Lichtenergie 100prozentig zurückwirft. Wird ein solches Idealweiß durch die Lichtquelle (1) beleuchtet, so erscheint auf dem Bildschirm vorerst keineswegs die in Abbildung 4 dargestellte horizontale spektrale Verteilung. Es ist zu beachten, daß nicht alle Interferenzfilter gleichviel Lichtenergie durchlassen und daß auch die Photozelle eine spektrale Empfindlichkeit aufweist, die nicht über den ganzen spektralen Meßbereich konstant ist. Um diese Unterschiede in der Meßempfindlichkeit innerhalb der 25 spektralen Meßpunkte auszugleichen, besitzt der Spectromat ein elektrisches

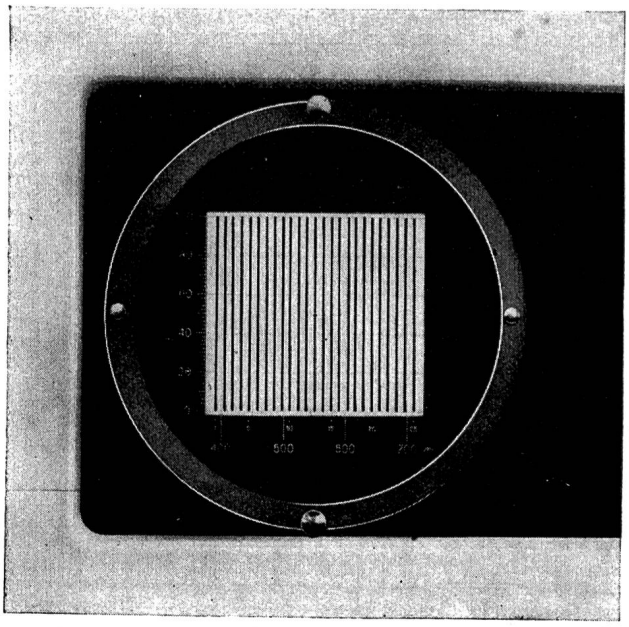

Abb. 4. Bildschirm des Kathodenstrahloszillographen mit der Remissionskurve eines ideal weißen Körpers.

Reguliersystem, mit dem die Empfindlichkeit jedes einzelnen Meßpunktes vom Maximalwert bis auf Null stetig variiert werden kann. Damit ist es auch möglich, die spektralen Lichtenergieunterschiede der Lichtquelle, die ja kein energiegleiches Spektrum aufweist, zu egalisieren, so daß auf dem Bildschirm wirklich die horizontale Remissionskurve des Idealweiß resultiert. Nach dieser Eicheinstellung kann das Idealweiß mit einem farbigen Körper vertauscht werden und auf dem Bildschirm er-

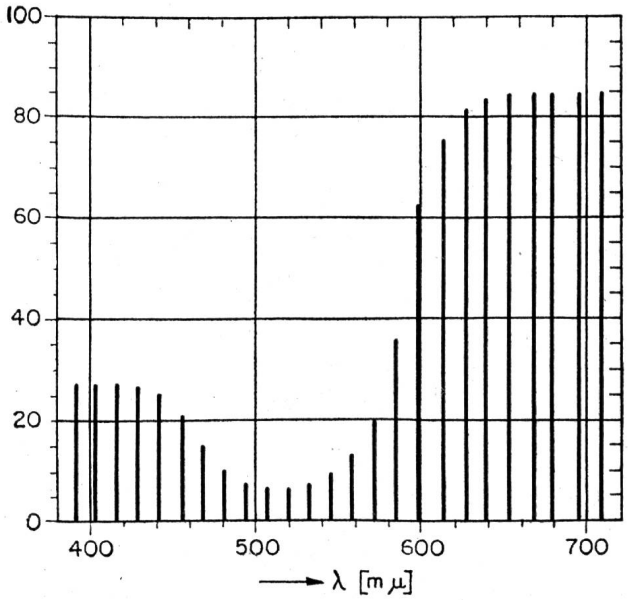

Abb. 5. Remissionskurve einer Purpurfarbe (Druckfarbe Magenta, normaler Farbauftrag).

scheint sofort dessen Remissionskurve. In Abbildung 5 ist die Remissionskurve einer Purpurfarbe (blaustichiges Rot) festgehalten. Das oben erwähnte Reguliersystem erweist sich dann von besonderem Nutzen, wenn zwei Farben verglichen werden müssen, deren Farbtonunterschied gering ist. Durch Variation der spektralen Meßempfindlichkeit wird die Remissionskurve der einen Farbe in eine horizontale Gerade übergeführt, wie das in Abbildung 6 für die Remissionskurve von Abbildung 5 gemacht wurde. Der Vergleich mit der benachbarten Farbe kann jetzt sehr genau, ohne Registrierung der Kurvenbilder, direkt am Bildschirm durchgeführt werden. Die Abbildungen 6, 7 und 8 entsprechen der gleichen Druckfarbe (Magenta), verschieden ist nur der Farbauftrag auf das Papier. Der

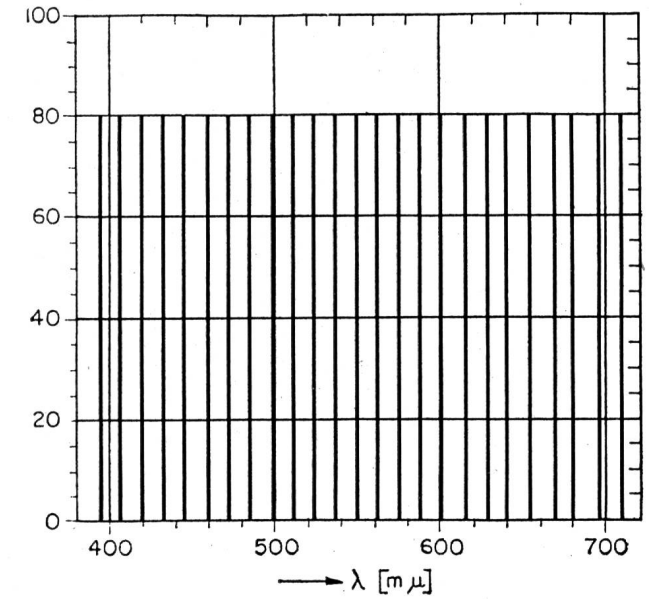

Abb. 6. Mit dem elektrischen Reguliersystem des Spectromat willkürlich eingestellte spektrale Verteilung für die Farbe von Abbildung 5. Sie dient als Vergleichskurve für die in den Abbildungen 7 und 8 dargestellten Farbvergleiche.

normalen Farbgabe (Remissionskurve Abb. 5) ist die willkürlich gewählte Referenzkurve von Abbildung 6 zugeordnet. Abbildung 7 bedeutet zu schwache, Abbildung 8 zu starke Farbgabe. Anhand der Unterschiede ist die Kontrolle und Korrektur des Farbauftrages sehr einfach.

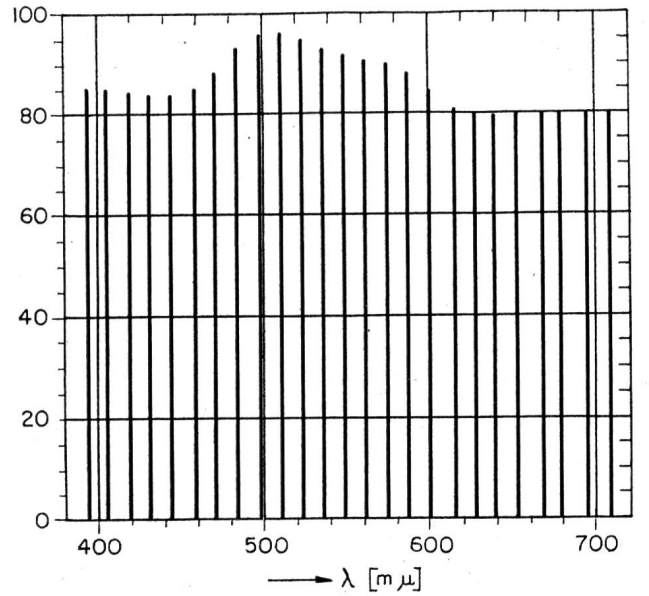

Abb. 7. Auf die Vergleichskurve von Abbildung 6 bezogener Verlauf der Druckfarbe Magenta bei zu schwachem Farbauftrag.

Die durch die punktweise und nicht kontinuierliche Darstellung der spektralen Verteilungen gegebene Möglichkeit der wahlweisen Einstellbarkeit der spektralen Meßempfindlichkeit erlaubt auch den Einbau von fest vorgewählten Empfindlichkeiten ins Gerät, wie es z. B. die Normalreizkurven x, y und z des CIE-Systems (Comité International d'Eclairage) darstellen. Damit können mit dem Spectromat direkt die Farbkoordinaten zur Darstellung von Farbpunkten im Farbdreieck ermittelt werden. Das in Abbildung 4 angedeutete Beleuchtungssystem entspricht einer direkten Bestrahlung der zu untersuchenden Medien unter 45° Einfallswinkel. Diese Beleuchtungsvorrichtung kann durch eine sogenannte Ulbrichtsche Kugel ersetzt werden, die eine diffuse Bestrahlung der Meß-

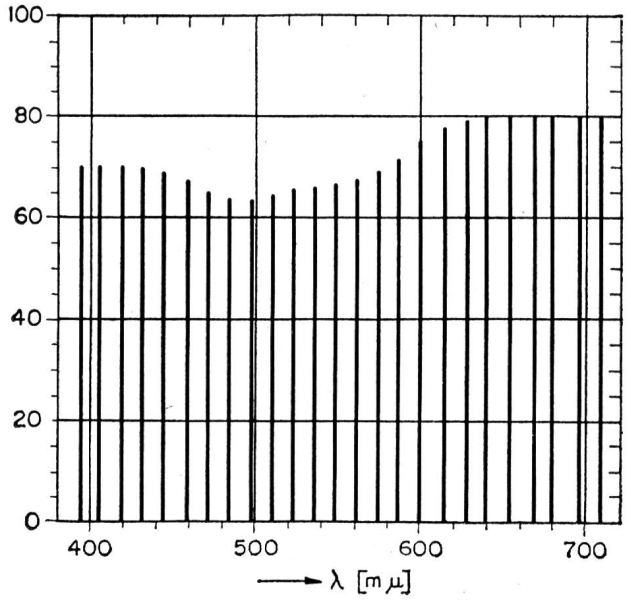

Abb. 8. Auf die Vergleichskurve von Abbildung 6 bezogener Verlauf der Druckfarbe Magenta bei zu starkem Farbauftrag.

objekte ermöglicht. Ein drittes Beleuchtungssystem dient zur Vornahme von Transmissionsmessungen an durchsichtigen festen und flüssigen Körpern.

Abbildung 9 zeigt den Spectromat mit dem Meßkopf links, dem Bildschirm rechts daneben und der geöffneten Schublade mit dem elektrischen Reguliersystem.

(Fortsetzung folgt)

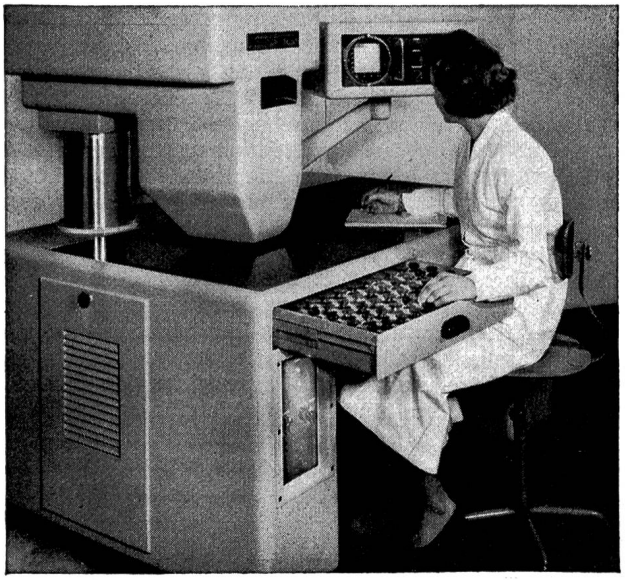

Abb. 9. Spectromat, mit dem Meßkopf links, dem Bildschirm rechts daneben und der geöffneten Schublade mit dem elektrischen Reguliersystem.