

**Spektralphotographie mit der
EXAKTA Varex**

Spektralphotographie mit der Exakta Varex

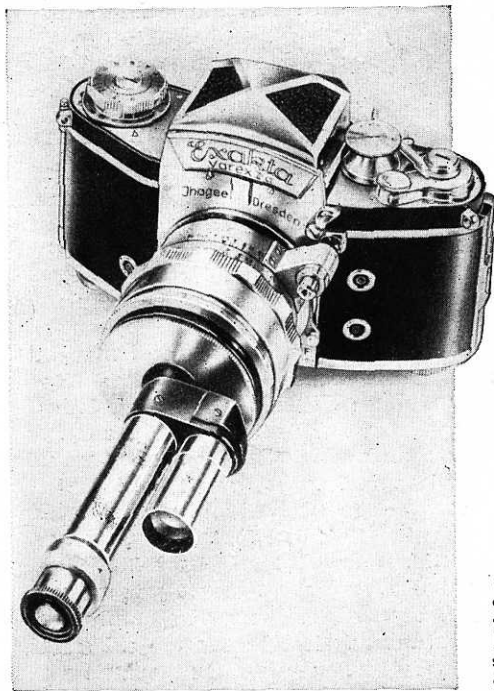
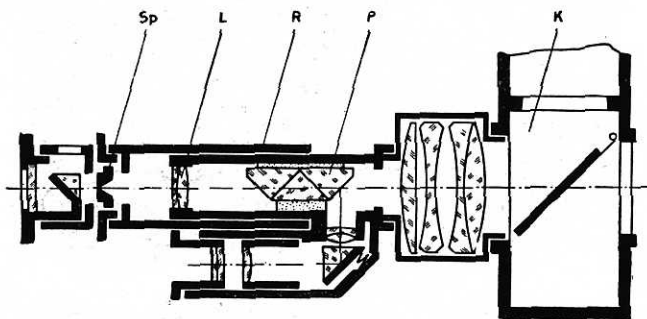


Bild 1. oben. Schema eines Kleinspektrographen. Bild 2. links. Exakta Varex mit Handspektroskop als Kleingerät für Spektrographie

Die Spektroskopie ist nicht nur – wie häufig angenommen wird – eine der genauesten Arbeitsmethoden der Chemie, sondern sie gehört ebenso zu den unentbehrlichen Hilfsmitteln des Physikers, des Mediziners und auch des Technikers. Es ist wohl kaum übertrieben zu behaupten, daß z. B. unsere Vorstellungen vom Aufbau der Atome ganz wesentlich durch die Spektroskopie gefördert wurden. Es erscheint dabei selbstverständlich, daß die Photographie schon sehr frühzeitig in diesem Wissenszweig angewandt wurde.

Die dafür entwickelten sogenannten Spektrographen stellen in der Mehrzahl sehr komplizierte und dabei natürlich entsprechend kostspielige Geräte dar. Es ist unverkennbar, daß es auch in der Grundlagenforschung oft Probleme gibt, für die die Genauigkeit derartiger Spezialgeräte gerade noch ausreichend ist und die deshalb niemals durch einfache Anordnungen ersetzt werden können. Andererseits gibt es oft Untersuchungen, bei denen ein einfacher, preisgünstiger Spektrograph durchaus genügen würde, um die gewünschten Ergebnisse zu erhalten. Im folgenden soll eine derartige Kombination in Gestalt eines Handspektroskopes und einer Kleinbild-Spiegelreflexkamera beschrieben werden, wobei einige Abbildungen die erzielten Resultate verdeutlichen mögen.

Zur Zerlegung des Lichtes dient ein Jenaer Handspektroskop Mod. C nach Browning, dessen Wirkungsweise zum allgemeinen Verständnis kurz beschrieben sei (Bild 1). Das zu untersuchende Licht fällt auf einen symmetrisch verstellbaren Spalt Sp und wird über eine achromatische Linse L einem geradsichtigen sogenannten Amici-Prisma P zugeleitet. Dieses Prisma zieht das auffallende Lichtbündel zu einem Spektrum auseinander. Durch entsprechendes Verschieben des gesamten Spaltrohres R kann das Spektrum in die Lage gebracht werden, die es dem auf die Ferne akkommodierten Auge des Betrachters ermöglicht, das Spektrum scharf zu erkennen. Das auf die Ferne eingestellte Auge kann selbstverständlich durch eine auf die gleiche Entfernung scharf eingestellte Kamera K ersetzt werden. In den dargestellten Fällen wurde hierfür eine Exakta Varex verwandt. Die Benutzung gerade dieser Kamera hatte ganz bestimmte Gründe: Einmal ist es durch die aus-

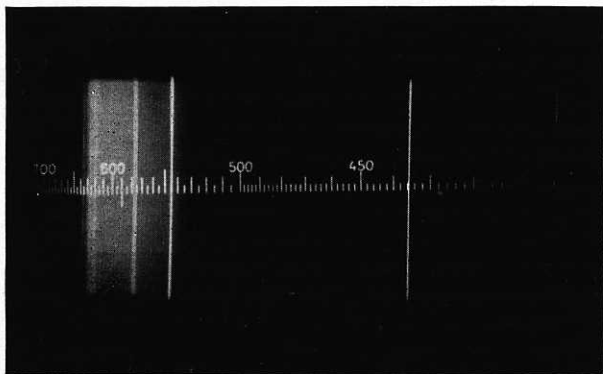
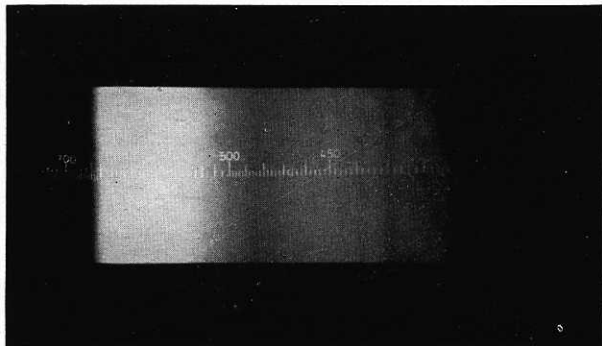
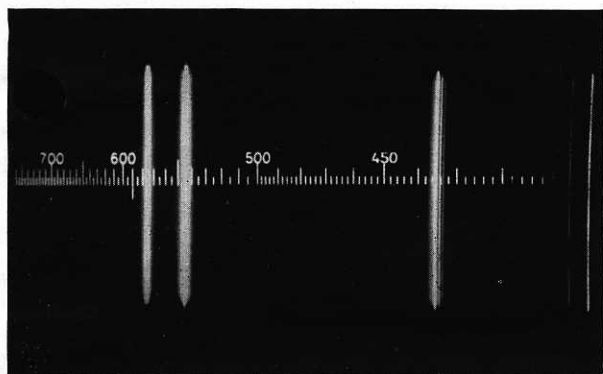
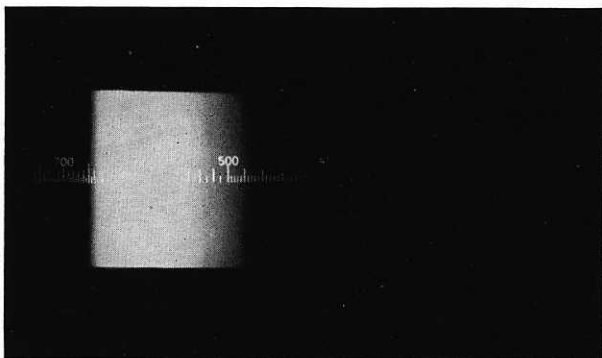


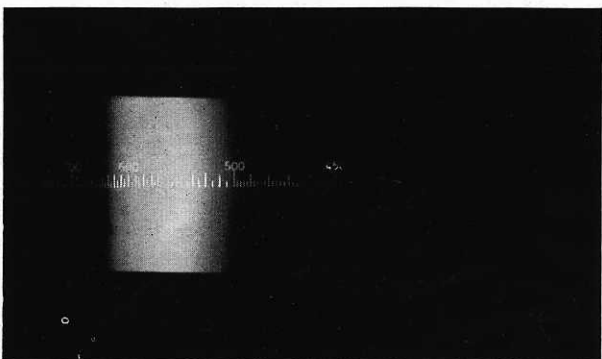
Bild 3, oben. Spektrum einer Tageslicht-Leuchtstoffröhre. Bel. 30 sec. Agfa Isopan F. Bild 4, unten. Spektrum einer Quecksilber-Hochdruckdampflampe. Bel. 15 sec. Agfa Isopan F. Bild 5, rechts. Spektren des mittleren Tageslichtes, a ohne Filter, b mit Gelbfilter GG 11, c mit Grünfilter VG 7, d mit Orangefilter OG 1, e mit Rotfilter RG 1



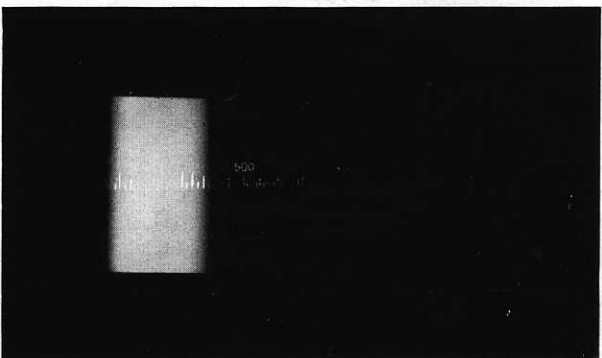
a



b



c



d



e

wechselbaren Objektive möglich, das Spektrum in ganz verschiedenen Abbildungsmaßstäben zu photographieren. Damit werden schon hinsichtlich der Bildgröße optimale Bedingungen geschaffen. Zum anderen gestattet das Prinzip der einäugigen Spiegelreflexkamera in Verbindung mit der Möglichkeit der Auswechslung der Einstellsysteme eine nicht nur äußerst bequeme, sondern auch eine sehr genaue Scharfeinstellung. Dieses ist für die restlose Ausnutzung des Auflösungsvermögens des Spektroskops von ganz entscheidender Bedeutung. Die Verbindung zwischen Kamera und Spektroskop erfolgte mittels des Spektroskop-Anschlußringes der Ihagee, Dresden. Damit bilden Spektroskop und Kamera eine sehr handliche Einheit, einen Kleinbildspektrographen (Bild 2). In das Spektrum kann über einen gesonderten Stutzen eine Wellenlängenskala eingespiegelt werden, die für die Auswertung des Spektrums und für die Identifizierung der Spektrallinien sehr wichtig ist. Da oftmals die Skala wesentlich anders als das Spektrum belichtet werden muß, ist es erforderlich, Spektrum und Skala oft getrennt aufzunehmen. Auch hier kommt die Exakta Varex mit ihrer Möglichkeit zur Ausführung von Doppelbelichtungen den Wünschen weitestgehend entgegen, so daß auch die Skalenbelichtung ganz einwandfrei abgestuft werden kann. Die Scharfeinstellung der Wellenlängenskala wie auch die des Spektrums kann nicht nur nach dem Mattscheibenbild vorgenommen werden, sondern die Auswechselbarkeit der Einstellelemente gestattet es, bei sehr lichtschwachen Spektren die Parallaxeneinstellung auf einer Klarscheibe vorzunehmen oder die bekannte Meßlupe zur Scharfeinstellung zu benutzen.

Die beschriebene Anordnung (Bild 1 u. 2) kann auf vielen Gebieten der Wissenschaft zum Einsatz kommen. Dem Chemiker bietet sie eine große Hilfe bei der qualitativen Analyse vor-

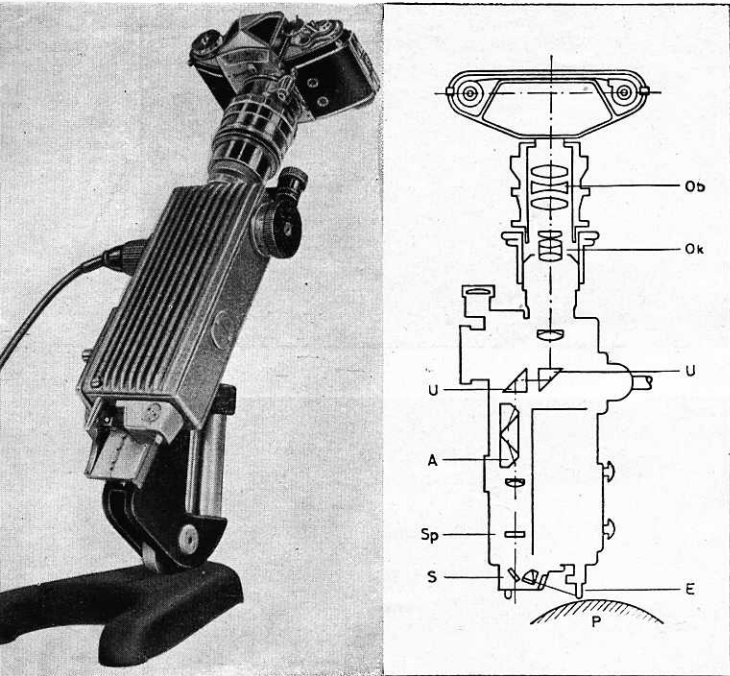
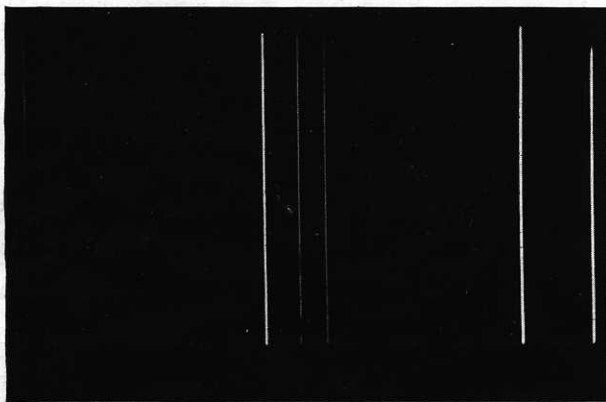


Bild 6, oben links. ROW-Metallspektroskop nach Berthold in Verbindung mit Exakta[®]Varex. Bild 7, oben rechts. Schnitt durch ROW-Metallspektroskop. Bild 8, unten. Teilgebiet des Messingspektrums (grüne Kupferlinien)



gelegter Stoffe, und sie kann in besonderen Fällen - vor allem beim Vorhandensein von Vergleichsmöglichkeiten - auf Grund der unterschiedlichen Spektralintensitäten auch zu einfachen quantitativen Analysen verwendet werden. Der Physiker hat die Möglichkeit, verschiedenartige Lichtquellen, Filter und Farbgläser hinsichtlich ihrer spektralen Ausstrahlung und ihrer Durchlässigkeit zu beurteilen. Bild 3 zeigt als Beispiel das Spektrum einer Leuchtstoffröhre, während Bild 4 das Spektrum einer Quecksilberdampfampe darstellt. Die Untersuchung photographischer Filter auf ihre spektrale Durchlässigkeit soll die Bilderserie 5 verdeutlichen. Bild 5a zeigt das Spektrum des mittleren Tageslichtes. Deutlich ist hier zwischen den Wellenlängen 470 nm und 500 nm ein Intensitätsabfall festzustellen. Dieser wird durch die in diesem Gebiet geringe Empfindlichkeit des verwendeten ortho-panchromatischen Aufnahmematerials hervorgerufen. Setzt man ein Gelbfilter (GG 11) in den Strahlengang, so erhält man unter sonst gleichen Aufnahmebedingungen das in Bild 5b dargestellte Spektrum. Das Licht in den Wellenlängen von 400 nm bis 490 nm wird stark absorbiert, während alle anderen sichtbaren Strahlen nahezu ungehindert passieren. Die

folgenden Bilder 5c, 5d und 5e zeigen die Spektren bei Vorschaltung eines Grünfilters (VG 7), eines Orangefilters (OG 1) und eines Rotfilters (RG 1).

In der Medizin und in der Kriminalistik eröffnen sich dem beschriebenen Kleinspektroskop ebenfalls viele Möglichkeiten. Es sei dabei nur auf die Spektraluntersuchung des Blutes, beispielsweise auf Kohlenoxydhämoglobin zum Nachweis einer Leuchtgasvergiftung, hingewiesen. In metallurgischen Betrieben ist es möglich, eine schnelle und bequeme Analyse der Schmelzen in qualitativer Hinsicht vorzunehmen und Fremdbeimengungen und Spurenelemente sicher anzusprechen. Ein sehr weites Arbeitsfeld hat auch die Fluoreszenzspektroskopie dem Kleinspektroskop erschlossen, ganz gleich, ob es sich dabei um die Untersuchung der Fluoreszenzcharakteristika der Baustoffe verschiedener Bauepochen in der Archäologie oder etwa um die Fixierung von Fluoreszenzspektren von Gemälden in der Kunstgeschichte handelt.

Auf dem Gebiet der Werkstoffprüfung, besonders der metallischen Werkstoffe, hat die Spektroskopie eine ganz besondere Verbreitung gefunden, und es sind für dieses Aufgabengebiet die verschiedensten Spektroskopformen entwickelt worden. Es besteht hier die Forderung, Legierungsbestandteile der Metalle mittels einer für die Praxis meist genügenden qualitativen Analyse zu bestimmen. Dieses wird in der Weise erreicht, indem ein Funkenerzeuger an eine bewegliche Elektrode angeschlossen wird, die bei Berührung mit dem metallischen Prüfling einen Abreiß-Lichtbogen erzeugt, in dem ein Teil des zu untersuchenden Materials verdampft und der damit als Lichtquelle für die spektroskopische Beobachtung dient. In einem Handspektroskop hoher Dispersion wird das Licht des Bogens spektral zerlegt, und die Ergebnisse können auch hier wieder mit der Kamera festgehalten werden. Damit kann in aller Ruhe die Auswertung erfolgen, und die Photogramme können als Untersuchungsdokument aufbewahrt werden. Bild 6 zeigt ein ROW-Metallspektroskop nach Berthold in Verbindung mit einer Exakta Varex, während Bild 7 den Aufbau der Geräteanordnung veranschaulicht. Zwischen der Elektrode E und dem Prüfling P entsteht die als Lichtquelle dienende Funkenstrecke. Das von ihr ausgehende Licht gelangt über den Spiegel S auf den Spalt Sp, der eine konstante Breite von 6μ hat. Ein Amici-Geradsichtprisma A zerlegt die Lichtstrahlen, die über zwei Umkehrprismen U, das Spektroskopokular Ok und das Kameraobjektiv Ob auf die photographische Schicht gelangen.

Die Verbindung zwischen Metallspektroskop und Exakta Varex wird mittels einer Spektroskopanschlußkapsel Ihagee bewerkstelligt. Eine Wellenlängenskala fehlt an diesem Gerät, doch ist dafür eine Meßspindel eingebaut, die es gestattet, über eine Markierungsspitze die Wellenlänge jeder Spektrallinie einwandfrei zu messen, wenn man an Hand von Eichlinien eine Dispersionskurve aufgestellt hat. Das Hauptanwendungsgebiet liegt auf der Schnellanalyse legierter Stähle. Auch zur Untersuchung von Buntmetallen ist das Metallspektroskop mit der Kamera vielseitig verwendbar. Bild 8 zeigt ein mit dem ROW-Metallspektroskop in Verbindung mit der Exakta Varex aufgenommenes Teilgebiet des Messingspektrums (Kupferlinien von Ms 72). Auch Analysen von Salzen lassen sich unter bestimmten Bedingungen durchführen.

Für die Auswertung und Betrachtung der aufgenommenen Spektren können sowohl ein Meßmikroskop als auch ein Kleinbildprojektor oder ein Mikro-Lesegerät verwendet werden. Kopiert man die Aufnahmen unter Zwischenschaltung eines Graueiles, so lassen sich auf sehr einfachem Weg die spektralen Intensitätsverteilungen festlegen. Man kann dann gut genäherte Intensitätskurven ableiten, die schon in die quantitative Analyse führen.

Ing. Scholze