

Neutronen-Durchleuchtung

Von OTTO PETER

Aus der Forschungsanstalt der Deutschen Reichspost, Berlin

(Z. Naturforschg. 1, 557—559 [1946]; aus Rottweil a. N. eingegangen am 21. Juni 1946)

Erstmals werden Durchleuchtungsaufnahmen mit langsamen Neutronen gemacht. Zur photographischen Wirksamkeit braucht man einen „Strahlenwandler“. Die Bilder zeigen infolge der größeren Strahlenquelle nicht die Schärfe der γ -Strahl-Durchleuchtungen, erlauben jedoch neue Anwendungen.

Langsame Neutronen werden gänzlich anders absorbiert und gestreut als etwa Röntgen- oder γ -Strahlen. Der Gedanke liegt deshalb nahe, auch diese zu Materialuntersuchungen heranzuziehen. Praktische Versuche in dieser Richtung sind bisher nicht bekannt geworden, es existieren lediglich einige Patente¹, denen offenbar keine Experimente vorangegangen sind. Der Grund ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß nicht jede Neutronenquelle zu derartigen Versuchen geeignet ist. So ist die sog. natürliche Neutronenquelle, Radium gemischt mit Beryllium, sowohl wegen der geringen Intensität als auch besonders wegen der vorhandenen Radium- γ -Strahlung hier unbrauchbar; beim Zyklotron stört bei Vorversuchen starke Röntgenstrahlung. Besonders geeignet erscheinen dagegen Hochspannungsgeneratoren, bei denen Röntgenstrahlen in störender Intensität lediglich in der Entladungsröhre ihren Ursprung haben, welche räumlich weit entfernt von der Neutronenquelle am Auffänger liegt und somit leicht abgeschirmt werden kann. Eine solche Anlage, deren Neutronenausbeute 13 kg Radium entspricht, stand für diese Versuche zur Verfügung.

Neutronen schwärzen eine photographische Schicht praktisch nicht, weshalb man gezwungen ist, eine Zwischenschicht zu benützen, welche bei Neutroneneinfall eine die Photoschicht schwärzende Strahlung emittiert, z. B. α - oder γ -Strahlen oder Elektronen. Eine solche Zwischenschicht bezeichnen wir als „Strahlenwandler“ in Anlehnung an den Begriff des Bildwandlers, welcher ein optisches Bild in ein Elektronenbild verwandelt.

Als erster Strahlenwandler wurde eine Silber-

platte benutzt vom gleichen Format wie die Photoschicht. Vom handelsüblichen Photomaterial war der Röntgenfilm am brauchbarsten. Legte man nun auf beide Seiten des Röntgenfilms in direktem Kontakt mit diesem je eine Silberplatte in die Kassette, so wirkten bei Neutronenbestrahlung dieser Anordnung auf den Film sowohl die Kern- γ -Strahlung des Silbers (n, γ) als auch die Elektronen der künstlichen Radioaktivität. Hierbei zeigte sich sofort, daß man auf diese Art nicht immer die reine Neutronenverteilung hinter dem durchstrahlten Objekt erhält, da dieses selbst bei Neutronenabsorption häufig harte γ -Strahlen aussendet. Reine Neutronenbilder wurden erzielt, indem der Strahlenwandler (Ag) ohne Film aktiviert und erst nach der Neutronenbestrahlung auf den Film gelegt wurde. Die Silberplatte wird also bei der Bestrahlung entsprechend der Neutronendichte radioaktiv, dient nach Abschaltung der Neutronenquelle als Bildspeicher und gibt so auf den Film gelegt ein Elektronenbild der künstlichen Radioaktivität allein, ohne vagabundierende Wellenstrahlung im Raum.

Als Durchstrahlungsobjekt wurde zunächst das in Abb. 1a wiedergegebene Modell (9×12 cm) benützt. Es zeigt zwei gleichgeformte, 5 cm dicke und an einer Seite angeschrägte Quader aus Blei und Stearin. Daneben liegt ein mit Bor bestrichener Pappebuchstaben B. Vorne liegen auf 1 bzw. 2 mm Blei die Buchstaben Cd aus 0,5 mm dickem Cadmium und daneben ein 0,6 mm dickes Silberblech. Abb. 1b zeigt das reine Neutronenbild, das, wie oben geschildert, nach der Neutronenbestrahlung des Strahlenwandlers erzeugt wurde. Man

¹ DRP. 726 278 (1938), DRP. 715 594 (1938), DRP. 744 568 (1942), DRP. 746 586 (1942).



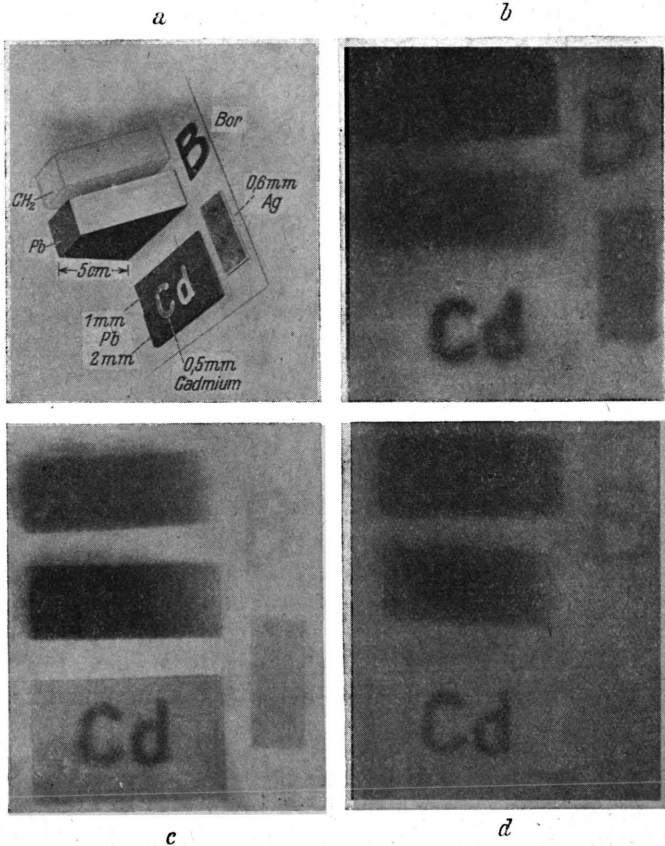


Abb. 1. Durchleuchtungsmodell, *a* optisch gesehen; *b* Durchleuchtungsaufnahme mit langsamen Neutronen; *c* und *d* Durchleuchtungsaufnahmen mit Neutronen und gleichzeitig wirkender Kern- γ -Strahlung.

sieht, daß die Gesamtaborption mit Streuung bei Stearin größer ist als bei Blei, von dem die 1 und 2 mm dicken Schichten fast nicht zu erkennen sind, während sich die übrigen Absorber deutlich abzeichnen. Da die Bestrahlungsanordnung (s. Abb. 2) Blenden aus Cadmium enthielt, war während der Neutronenbestrahlung auch starke Kern- γ -Strahlung wirksam, wie Abb. 1c und 1d zeigen, bei denen der Film schon während der Neutronenbestrahlung auf der Silberplatte lag. Abb. 1c zeichnet die 1 und 2 mm dicken Bleischichten deutlich und abgestuft als Absorber ab, während das Bor als ausschließlicher Neutronenabsorber nur angedeutet ist. Bei Abb. 1d war das Modell mit Strahlenwandler und Film in einem allseitig geschlossenen Kästchen aus 5 mm Blei. Hierbei verstärkt das Blei des Modells in dünner Schicht die Schwärzung des Films, und wir erkennen beim Abzug eine Aufhellung: das Blei wirkt also zu-

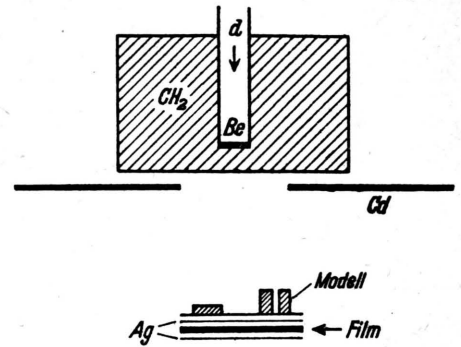


Abb. 2. Erste Bestrahlungsanordnung.

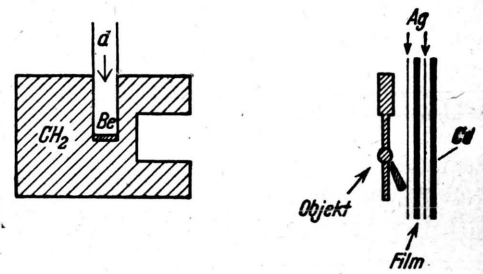


Abb. 3. Durchleuchtungsanordnung.

sätzlich als Strahlenwandler. Das 0,6 mm dicke Silberblech ist nicht mehr zu sehen, da seine Strahlung der Absorption die Waage hält.

Aus den Aufnahmen der Abb. 1 erkennen wir, daß Cadmiumblenden für reine Neutronenbilder, welche während der Neutronenbestrahlung aufgenommen werden sollen, ungeeignet sind, so daß später, wenn überhaupt, nurmehr Blenden aus Bor verwendet wurden. Da auch der Strahlenwandler verbessert wurde, sei in Abb. 3 die Anordnung der folgenden Aufnahmen skizziert: Das zu durchstrahlende Objekt war im Abstand von einem Meter von der Neutronenquelle (Howitzner). Hinter dem Objekt war der Röntgenfilm von dem Format 18×24 cm zwischen zwei je 0,1 mm dicken Silberblechen und dahinter 0,5 mm dickes Cadmium. Die Belichtungszeiten waren dabei 1 bis 3 Minuten. Abb. 4 zeigt vier so aufgenommene Neutronenaufnahmen verkleinert

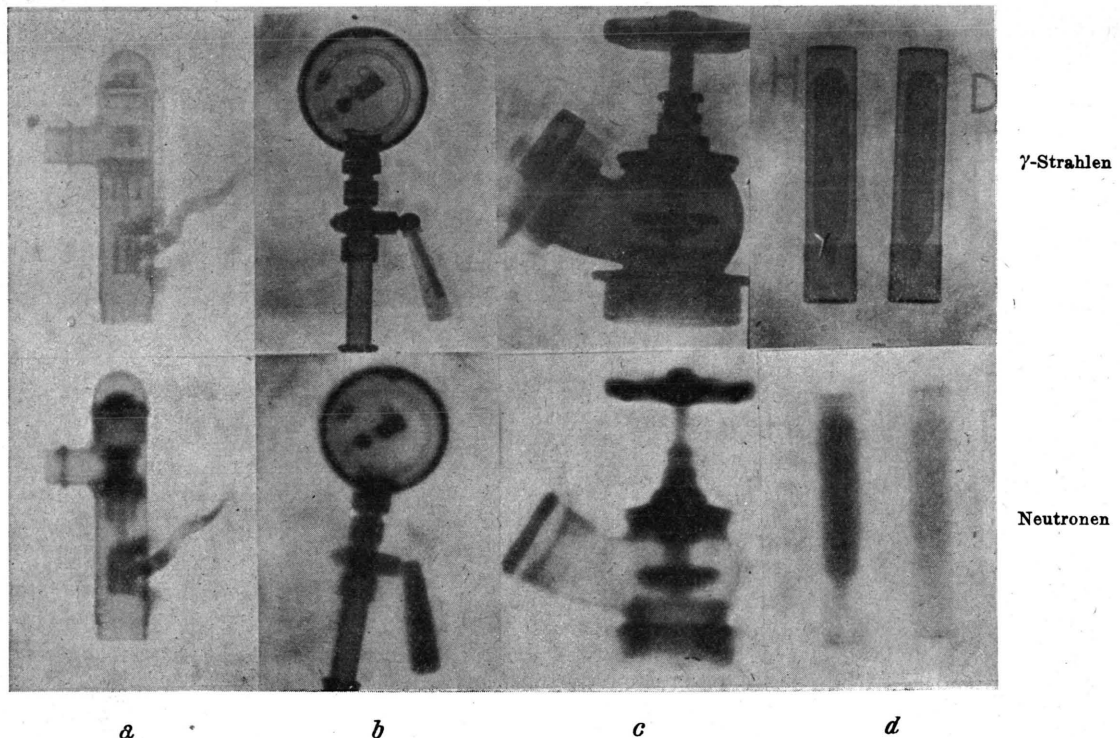


Abb. 4. Durchleuchtungsaufnahmen mit langsamen Neutronen (unten) und Vergleichsbilder mit Radium- γ -Strahlen (oben), verkleinert.

in der unteren Reihe, während von denselben Gegenständen in gleichem Abstand Vergleichsaufnahmen mit Radium- γ -Strahlen gemacht wurden, welche oben wiedergegeben sind. a) Wasserdrukker, b) Manometer mit Metallrückwand, c) Feuerwehrrhahn, d) Glasampullen gefüllt mit H_2O bzw. D_2O in Metallhülsen. Die oberen γ -Durchleuchtungen sind infolge der kleineren Strahlenquelle wesentlich schärfer und zeigen mehr Einzelheiten. Die unteren Neutronenbilder zeigen besonders organische Stoffe als starke Absorber — Gummi- und Lederdichtungen bei a und c, Hartgummigriff bei b und als erste zweckmäßige Anwendung die Unterscheidung gewöhnlichen Was-

sers von Schwerem Wasser d. Auch gasförmiger Wasserstoff von wenigen Atmosphären Druck konnte in einer Stahlflasche unterschieden werden von einer luftgefüllten oder leeren Druckflasche.

Während also bei Neutronendurchleuchtung kleine Materialfehler wie Sprünge oder geringe Dickenunterschiede nicht zu erkennen sind, wird dagegen die Anwendung von Kontrastmitteln, wie z. B. Wasser hinter dicken Metallschichten, manche Untersuchung neu zugänglich machen.

Die letzten Aufnahmen wurden im Dezember 1944 gemacht, wobei ein verbesserter Strahlendwandler leider keine Anwendung mehr finden konnte.