

Praxis der Naturwissenschaften Biologie in der Schule

Aulis Verlag Deubner · Köln und Leipzig



Inkorporation von radiumhaltigen Leuchtfarben

durch Ziffernblattmalerinnen

R. J. Schwankner und R. Laubinger

1 Einführung

Das in der Abb. 1 wiedergegebene Cartoon einer New Yorker Zeitung aus den 20er Jahren wollte auf die Tragödie der Ziffernblattmalerinnen beim ungeschützten Umgang mit Radium-Isotopen [1–6] aufmerksam machen. Es war Teil einer Zeitungskampagne, welche zu einer intensiven Diskussion über die Arbeitsbedingungen beim Umgang mit offenen radioaktiven Präparaten führte. Über die Dimensionen des hauptsächlich betroffenen Personen-Kollektivs gibt nachstehendes Zitat Aufschluss: „*Between four and five thousand girls in this country and in Europe have been employed from time to time in dial painting ... Among the employees examined by us a number have been engaged in this work for a period from six to nine years.*“ [4]; Abb. aus [1].

2 Radiolumineszente Leuchtmassen

F. Giesel brachte 1906 durch die Braunschweiger Chininfabrik *Buchler & Comp.* Leuchtmassen (besonders für die Uhrenfabrik *Junghans*) in den Handel. Radiolumineszente Leuchtfarben wurden durch den Gehalt in Gramm radio-

aktiver Substanz/cm² leuchtender Fläche charakterisiert. Sie kamen z. B. in Schichtdicken von 0,1–0,2 mm zum Einsatz [7, 8], wobei eine „*Wiedergewinnung des Ra*“ ..., dabei leider ganz ausgeschlossen“ ist „..., da die winzigen Mengen, welchen sich auf Leuchtuhren u. ä. finden, niemals an eine Zentrale zurückströmen...“

Die Verwendung von Leuchtfarben auf II/VI-Halbleiterbasis [9, 10] erfolgte in breiter Form etwa zur Markierung von Schaltern, Klingelknöpfen, Türschlössern, wengleich Hoffnungen „selbtleuchtender“ Tunnels, sowie „Radium-Leuchttürme“ und dergleichen sich nicht erfüllt haben.

Das Hauptanwendungsgebiet jedoch war und ist die Illumination etwa bei Leuchtrandlupen, Leuchtvisieren und Zielmarken an Schusswaffen sowie die Sichtbarmachung der Zeigerstellung vieler Instrumente (Kompass, Höhenmesser, Manometer ...). Auch in medizinischen Geräten, etwa in Adaptometern zur Prüfung der Dunkelempfindlichkeit des Auges wurden Radium-Leuchtmassen eingesetzt.

Allerdings hatte man neben der radiolumineszenten Wirkung der Alpha-Strahlung ständig mit der Radon-Exhalation der Leuchtfarben zu rechnen. Versiegelte man z. B. aus diesem Grund die Geräte, so stieg der Beta-/Gamma-Pegel der Radon-Töchter beträchtlich an.

Radium als potenziell allgegenwärtiger Uran-Begleiter, dessen Aktivitätskonzentration bei bergbaulichen Altlasten



Abb. 1: Florence Pfalzgraph aus New Jersey schrieb am 25. Mai 1928 an Marie Curie: „In Orange, New Jersey, gibt es fünf Frauen, die allmählich an Radiumbrand sterben. Zwölf Frauen sind bereits gestorben. Diese Frauen waren in den Jahren 1917 bis 1920 in einer Fabrik angestellt, wo sie Leuchtzifferblätter für Armbanduhren und Wecker bemalten. Die Farbe enthielt Radium und Mesothorium, und die Frauen wurden gelehrt, die Farbpinsel in den Mund zu nehmen, und sie mit den Lippen anzuspitzen, um die Farbe aufzutragen ... Einige Jahre lang zeigten sich keine Anzeichen für eine Krankheit, jetzt aber, wie ich sagte, sind zwölf Frauen tot und fünf sterben einen schrecklichen und schmerzhaften Tod ... ich frage mich, ob Sie bei Ihrer bewunderungswürdigen Arbeit irgendetwas entdeckt haben, was diesen Frauen helfen könnte.“

heute ebenso unsere ungeteilte Aufmerksamkeit verdient, wie seine Rolle als Mutterkern der mobilen Radonisotope hat darüber hinaus – wohl als Folge der langen öffentlichen Beschäftigung mit diesem Radioelement – detektierbare Spuren bis hinein in die jüngste belletristische amerikanische Literatur, so etwa M. Chabons, „The Mysteries of Pittsburgh“ (1987), hinterlassen:

„Ich lachte. Arthur blickte auf und lächelte radiumstrahlend weiß, ein irgendwie anmutiges, altmodisches, reiches und trauriges Lächeln, wie ein Relikt aus jener fernen Zeit, als Radium noch unser Freund war.“ [13]

Tatsächlich kam man schrittweise auch von der Verwendung der ausgesprochen radiotoxischen alphastrahlenden Radium- und Thorium-Isotope zur Herstellung von Leuchtmassen ab, als die Beta-Strahler [³H]Tritium sowie [¹⁴⁷Pm]Promethium [11] im Zuge fortschreitender Isotopen- und Kerntechnik verfügbar wurden.

3 Strahlenhygiene

Die breite Verwendung alpha-emittierender Leuchtmassen war es auch, welche nachhaltiges Umdenken beim Umgang mit offenen radioaktiven Präparaten in strahlenhygienischer Hinsicht herbeiführte.

So wurde bereits 1924 über gesundheitliche Effekte beim gewerbemäßigen Umgang mit radiumhaltigen Leuchtfarben in den Zifferblatt-Ateliers (z. B. *United States Radium Corporation*, New Jersey) berichtet [2, 3, 12].

Das sog. Kollektiv der Zifferblattmalerinnen war auf mehreren Expositionspfaden der Strahleneinwirkung ausgesetzt. Zum einen wurden durch die geübte Praxis des „Anspitzens“ der feinen Harpinsel mit dem Mund laufend kleine Mengen an Radioisotopen (insbes. Alphastrahler) in Form schwerlöslicher chemischer Verbindungen über den Mund aufgenommen, welche sowohl zu lokalen Effekten (nekrotische Erscheinungen im Kieferknochen [2] komplexer Ätiologie [4]), aber auch systemischen Erscheinungen wie der Veränderung des Blutbildes führten. Als Spätschaden wurde eine statistisch signifikante Erhöhung von Knochentumoren sowie Tumoren in Nebenhöhlenbereich indiziert [5]. Eine weitere Belastung stellt die Inhalation von Leuchtmassen-Staub, sowie die Direktbestrahlung dar. Bei Personen mit hoher Inkorporation konnte so z. B. die Exhalation von Radon mit der Atemluft ebenso beobachtet werden, wie der pathologische Radiumgehalt ganzer Organsysteme. Durch das Auslegen von „Zahn[röntgen]filmen“ im Arbeitsbereich, sowie die systematische Untersuchung auf primäre und sekundäre Flächenkontaminationen (Arbeitstische, -geräte, Schuhe, Kleidung, Unterkleidung, Haut ...) wurden Wege der Verschleppung derselben aufgezeigt und konnten im Sinne fortschreitenden strahlenhygienischen Bewusstseins am Arbeitsplatz abgestellt werden [6]. Die Praxis des Pinselanspitzens im Mund wurde schließlich aufgegeben, nicht zuletzt als Folge einer Kampagne in der Presse, welche über die Grenzen der Vereinigten Staaten hinaus breite Diskussion entfachte und so den Weg zum strahlenhygienischen Konzept einer maximalen Körperbürde für Alpha-Emitter ebnete [3]:

„The widespread publicity, the efforts of the U. S. Public Health Service and the concern of companies where radium dial painting was done, essentially eliminated the dial painting hazard by the late 1920s. However, it was not until the Manhattan Engineering District was established during World War II that maximum permissible body burden of 0.1 microcuries was set for radium“.

Literatur

- [1] H. L. Hardy: Beryllium Poisoning – Lessons in Control of Man-made Disease, *New Engl. J. Med.* **273** (1965) 1188–1199
- [2] W. B. Castle, K. R. Drinker, C. K. Drinker: Necrosis of the Jaw in Workers Employed in Applying a Luminous Paint Containing Radium, *J. Industr. Hygiene* **7** (1925) 371–382
- [3] R. J. Cloutier: Florence Kelley and the Radium Dial Painters, *Health Physics* **39** (1980) 711–716
- [4] F. B. Flinn: Radioactive Material and Industrial Hazard, *J. Am. Med. Assoc.* **87** (1926) 2087–2081
- [5] Ch. W. Mays: Alpha-Particle Induced Cancer in Humans, *Health Physics* **55** (1988) 637–652
- [6] H. S. Martland, Ph. Conlon, J. P. Knief: Some Unrecognized Dangers in the Use and Handling of Radioactive Substances, *J. Am. Med. Assoc.* **85** (1925) 1769–1776
- [7] G. Berndt: Radioaktive Leuchtfarben. Braunschweig 1920.
- [8] G. Berndt: Radiumverschwendung, *Chem.-Ztg.* **45** (1921) 505–506
- [9] R. J. Schwankner, M. Eiswirth, H. Venghaus: Luminescent Processes Elucidated by Simple Experiments on ZnS, *J. Chem. Educ.* **59** (1982) 608–611
- [10] F. Soddy, Die Natur des Radiums. Leipzig 1909; R. J. Schwankner (Hrsg.), Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Band 289, Thun – Frankfurt/Main 2002
- [11] E. J. Wheelwright (Hrsg.) Promethium Technology. Hindsdale, Ill.: 1973
- [12] St. Meyer, E. Schweidler: Radioaktivität. 2. Aufl., Leipzig, Berlin 1927
- [13] M. Chabon: Die Geheimnisse von Pittsburgh. Köln 1988

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. Robert Schwankner, Fachhochschule München, Radiometrisches Seminar, Karlstr. 6, 80333 München