



## Arsen in Büchern – Risiko für Angestellte und Besucher von Bibliotheken

### Eine schnelle Analyse vor Ort schafft Klarheit

INDIKATOR GmbH

#### Hintergrund & Toxizität:

Bücher bleiben, auch im Digitalisierungszeitalter, eine Leidenschaft vieler Leser. Insbesondere ältere Bücher und Werke werden geschätzt und in Bibliotheken zum Verleih angeboten. Das Sortiment vieler Bibliotheken beinhaltet Bücher aus dem 19. Jahrhundert.

Das synthetisch hergestellte Farbpigment „Schweinfurter Grün“ kam in dieser Periode u.a. in Büchern mit grünen Fassungen, Buchschnitten oder Titelschildern großflächig zum Einsatz. Schweinfurter Grün wurde ab 1814 als Pigment hergestellt und die Hauptverwendungsgebiete waren das Einfärben von Tapeten und farbigen Papieren.<sup>[1]</sup> Es handelt sich dabei um einen Komplex aus Kupfer und Arsen.<sup>[2]</sup> Letzteres zeichnet sich bekannterweise durch eine hochgradige Toxizität aus. Chronische Arsenexpositionen, ob inhalativ oder oral, führen nachweisbar zu schweren neurotoxischen und entwicklungstoxischen Erkrankungen.

Ein mögliches Expositionsszenario für Leser und vielmehr für Angestellte ist das Einatmen des Farbabriebs aus diesen Büchern. Müssen Bibliotheken vorsorglich alle grünen Bücher aus dem Verkehr ziehen? Mit dieser Fragestellung sind viele Bibliotheken konfrontiert. Jüngstes Beispiel ist die Sperre von mehr als 60.000 Büchern in einer nordrhein-westfälischen Bibliothek.

In diesem Artikel wird ein zerstörungsfreies und mobiles Messverfahren vorgestellt, welches in der Lage ist binnen weniger Sekunden ein qualitatives Messergebnis darüber zu liefern, ob arsenhaltige Verbindungen im Material vorliegen.

Das Verfahren wurde bereits im Sommer 2023 in einem Landeshauptarchiv erfolgreich durchgeführt.

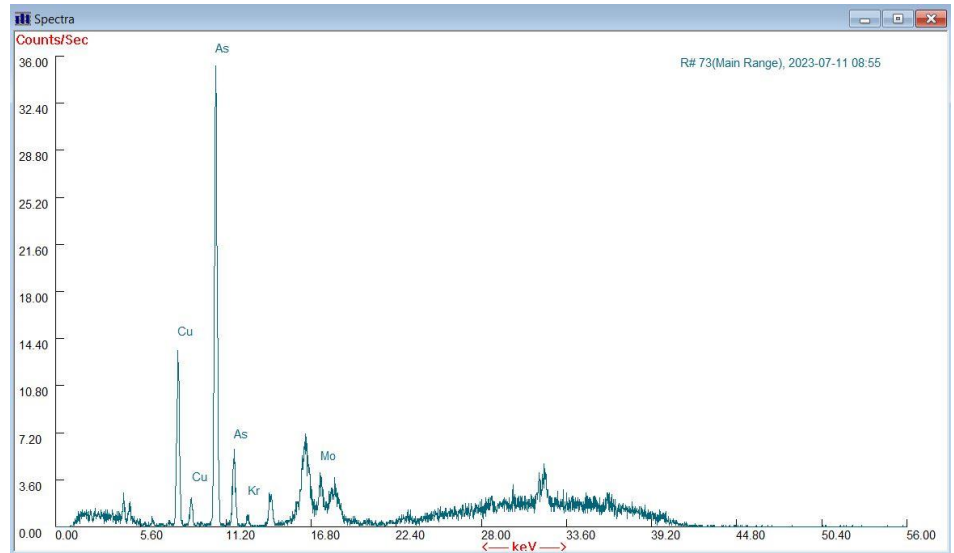


Abb. 1: Spektrum eines Bucheinbandes mit positivem Befund. Deutlich erkennbar die Linien für As und Cu.

#### Messprinzip

Aus analytischer Sicht gibt es viele verschiedene Methoden, um die Fragestellung zu beantworten, ob Schweinfurter Grün vorhanden ist. Hierzu zählen z.B. die Spektroskopie, Chromatographie, Mikroskopie oder Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA).<sup>[3]</sup>

Für die Bibliothek bietet sich insbesondere die Analyse vor Ort mit einem tragbaren Analysengerät an. Die angewendete Röntgenfluoreszenzanalyse ist eine mögliche für eine zerstörungsfreie, ortsungebundene und schnelle Analyse.

Neben der Mobilität (das Analysengerät kommt zur Bibliothek und die wertvollen Bücher müssen nicht in das Labor transportiert werden) liegen die Vorteile der RFA in der schnellen, zerstörungsfreien Analytik. Eine Probenvorbereitung ist hier nicht notwendig.

Die RFA ist eine Atom-Emissionsmethode, bei der das Material mittels Röntgenstrahlen bestrahlt wird. Die Strahlung trifft auf kernnahe Elektronen und entfernt diese aus dem Atom. Die so entstandenen Lücken werden von

Elektronen, die weiter vom Kern entfernt sind, gefüllt.

Diese Elektronen fallen dadurch auf ein niedrigeres Energieniveau zurück und emittieren dabei Röntgenstrahlung, die als charakteristische Röntgenfluoreszenzlinien bezeichnet wird. Hierbei erzeugt jedes chemische Element charakteristische Linien. Die Intensität ist proportional zur Konzentration.

Im Rahmen eines Projektes in 2023 haben wir in einem Landeshauptarchiv die RFA-Analyse vor Ort durchgeführt. Wir haben hierzu ein energiedispersives, RFA-Handspektrometer der Firma analyticon verwendet, in welchem die Strahlung durch einen Halbleiterdetektor erfasst wird. Über die Analyse des Arsengehaltes kann ein Rückschluss auf das Vorhandensein von Schweinfurter Grün getroffen werden.

Die RFA hat ein Messfenster von ca. 2 cm. Methodisch ist hier eine kurze Messzeit von 20 Sekunden ausreichend. Die Probe wird mit 50 kV bestrahlt, ein Siliziumdrift-Detektor (SDD) erfasst das Energiespektrum der Rückstrahlung und spaltet die Strahlung der Probe in die

Strahlung der verschiedenen in der Probe vorhandenen Elemente auf.

Für Arsen gibt es zwei Hauptlinien: die  $K\alpha$ -Linie und die  $K\beta$ -Linie (siehe Abbildung 1).

### Fazit

Die RFA ist eine zerstörungsfreie, schnelle und kosteneffiziente Analyse um vor Ort die Belastung mittels Schweinfurter Grün zu überprüfen. Ein weiterer Vorteil der RFA-Analytik ist, dass viele weitere Elemente mit analysiert werden können. Im Rahmen des Projektes bei dem Landeshauptarchiv wurden als Nebenbefunde Bücher mit sehr hohen Bleigehalten (2.000 mg/kg) und Quecksilbergehalten (etwa 750 mg/kg) identifiziert.

### Quellen:

[1] Schaaff, Rosedore, and Josef Riederer. "Die Herstellung und Verarbeitung von Schweinfurter Grün." *Berliner Beiträge zur Archäometrie* 11 (1992): 197-205.

[2] S. Werner, E. Nies, S. Peters, K. Pitzke, J. Hitz, A. Kraus, S. Reuther, C. Franzen. „Arsenhaltige Farben am Kulturerbe: Schweinfurter Grün in historischer Wandgestaltung“ *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* 79 (2019) Nr. 3, S. 57-66.

[3] Deshusses, L.A., Deshusses, J. & Brémond, H.M.L. *Zur Untersuchung von Schweinfurter Grün*. *Fresenius, Zeitschrift f. anal. Chemie* 85, 473–475 (1931).

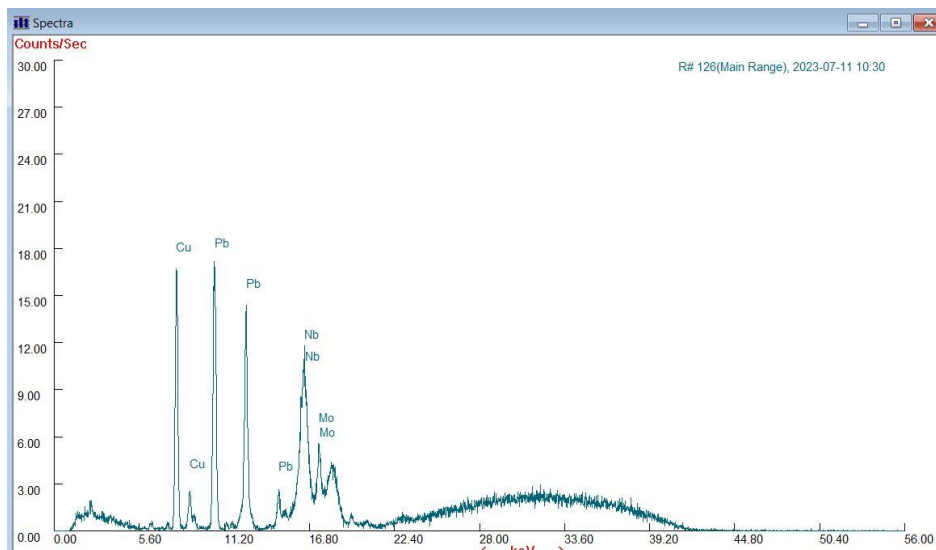


Abb. 2: Spektrum eines Bucheinbandes mit negativem Befund. Die Grünfärbung des Einbandes stammt vermutlich durch eine Kupferverbindung, As ist nicht nachweisbar. Die Probe weist jedoch einen hohen Gehalt an Pb (2.000 mg/kg) auf.