

II MATERIALANALYTISCHE UNTERSUCHUNGEN AN BYZANTINISCHEN KLEINFUNDEN AUS EPHEOS

II.1 EINLEITUNG

Im Rahmen des vorliegenden Projekts und einem damit verbundenen Forschungsaufenthalt in Selçuk 2012 wurden ca. 800 Fundstücke materialanalytischen Untersuchungen unterzogen. Als Analyseverfahren wurde die Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA), eine zerstörungsfreie Technik zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Haupt-, Neben- und Spurenkomponenten, gewählt. Diese naturwissenschaftlichen Untersuchungen hatten die Beantwortung folgender Fragestellungen zum Ziel:

1. Die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung (quantitative Analyse) des Grundmaterials einer Vielzahl an Metallfunden.

2. Die Untersuchung besonderer Objektbereiche (z. B. Vergoldungen, Versilberungen, Lötstellen, Glas- oder Emailreste) mittels Mikroröntgenfluoreszenzanalyse (μ -RFA) an ca. 90 ausgewählten Objekten.

Entsprechend den Anforderungen dieser Themengebiete kamen zwei verschiedene Analysensysteme zum Einsatz. Im Anschluss an die Messungen, die für jeden Analysenpunkt ein sog. Spektrum (d. h. eine Darstellung der Röntgenemissionsintensitäten in Abhängigkeit von der Energie) lieferten, erfolgte eine Auswertung und Zusammenstellung der erhaltenen quantitativen Kompositionsdaten.

Der Aufbau der weiteren Abschnitte ist wie folgt: In Kapitel 2 werden die theoretischen Grundlagen der Röntgenfluoreszenzanalyse erläutert sowie ihre Vor- und Nachteile bei der Untersuchung verschiedenster Materialien behandelt. Kapitel 3 stellt die beiden verwendeten Analysensysteme vor, beschreibt den grundsätzlichen Ablauf der Messungen sowie die Methode der Auswertung. Kapitel 4 enthält für ca. 400 ausgewählte Objekte (geordnet nach Objektgruppen und -untergruppen) die Resultate der quantitativen Untersuchungen sowie die Ergebnisse der μ -RFA Messungen. In Kapitel 5 erfolgt neben einer Gesamtbetrachtung des Fundes aus chemischer Sicht schließlich eine Zusammenfassung der erzielten Ergebnisse.

II.2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN

Das Analysenprinzip der Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)¹⁴¹⁸ basiert auf dem fotoelektrischen Absorptionsprozess: Einfallende hochenergetische Photonen (sog. Primärstrahlung) werden von der Objektmaterie unter Emission eines Elektrons der inneren Schalen (Photoelektron) absorbiert (Abb. 1). Diese Wechselwirkung erzeugt eine ›Leerstelle‹ in der Elektronenhülle der Probenatome und damit einen hochangeregten und kurzlebigen Zustand. Die Rückkehr zu einer stabileren, energetisch niedriger liegenden Elektronenkonfiguration (Relaxation) erfolgt durch Emission eines Auger-Elektrons oder sekundärer Röntgenstrahlung, wobei Letztere im Fall der Röntgenfluoreszenzanalyse das maßgebende Signal darstellt. Das Verhältnis aus der Anzahl emittierter (sekundärer) Röntgenquanten zur Anzahl an erzeugten Leerstellen einer betrachteten Elektronenschale wird als Fluoreszenzausbeute ω bezeichnet. Da diese Größe für Materialien aus leichten Elementen mit Ordnungszahlen $Z < 20$ geringe Werte annimmt, sind solche Stoffe (wie z. B. organische Stoffe oder Silikatgläser) der Röntgenfluoreszenzanalyse nur begrenzt zugänglich. Vergleichsweise schwere Elemente, wie beispielsweise Kupfer (Cu), Zink (Zn), Zinn (Sn), Silber (Ag), Gold (Au) oder Blei (Pb), wie sie vor allem bei den gegenständlichen

¹⁴¹⁸ Janssens – van Grieken 2004; Müller 1967.