

Untersuchungen an Edelsteinen und Edelmetallen mit dem Rasterelektronenmikroskop und der Mikroanalyse

Das Rasterelektronenmikroskop eignet sich gut dafür, stoffliche Informationen zur Begutachtung von Schmuck, Münzen und anderen Wertgegenständen zu sammeln. In den meisten Fällen ist dies möglich ohne dabei den Gegenstand zu verändern. Eine vollständige chemische Analyse erfordert einen Zeitaufwand von nur einigen Minuten. Neben der chemischen Analyse von Materialien sind häufig auch Rückschlüsse auf die verwendeten Fertigungsverfahren möglich, wenn diese ein charakteristisches mikroskopisches Bild hinterlassen. Aus diesen Informationen lassen sich dann Aussagen über die Echtheit und den Wert der Gegenstände ableiten. Auf den folgenden Seiten stelle ich ein Beispiel zur chemischen Analyse an einem Fingerring dar.

Schmuck-Expertise

**Gegenstand dieser Expertise:
Fingerring mit Halbedelstein**

Eigentümer: Karin Scherer
Bergstraße 4
74937 Spechbach

Gutachter: Andreas Lorenz
Am Taubenfeld 12 /1
69123 Heidelberg

verwendete Geräte: Leica STEREOSCAN 440i
(Rasterelektronenmikroskop mit
ISIS Mikroanalysesystem)
HP LaserJet 4

Kurze Beschreibung des Fingerringes:

Es handelt sich um einen dünnen Goldring mit einem murgelig geschliffenen Halbedelstein. Der Edelstein ist weiß gefärbt, und zeigt einen mit dem Lichteinfall wandernden Blauschimmer. Kleine schwarze Einschlüsse sind im Stein erkennbar. Für diesen Ring wurde eine außergewöhnliche Art der Fassung des Steines verwendet: Die Fassung sitzt an einem kleinen horizontal abgelenkten Arm, der mit drei kleinen Goldperlen verziert ist.

Problemstellung:

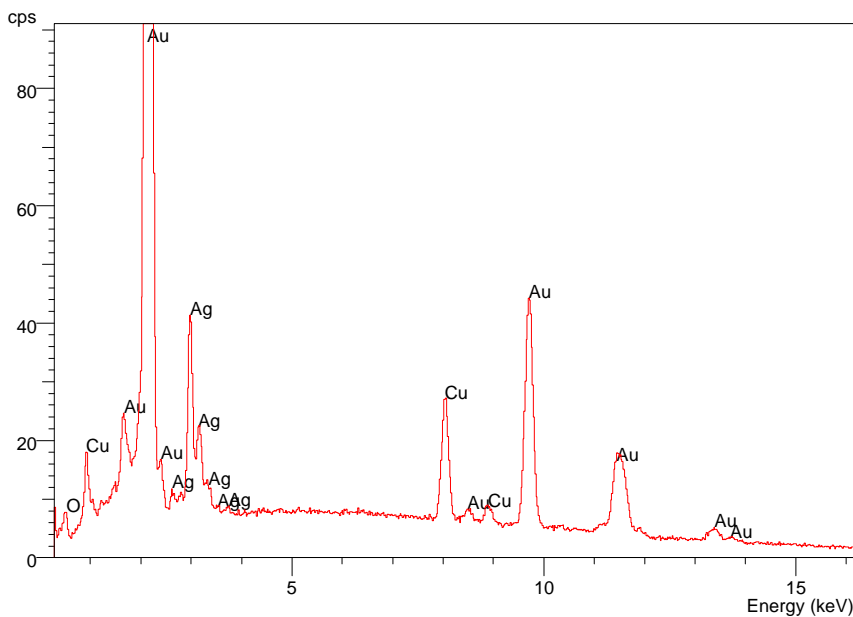
Im Rahmen dieser Expertise sollte untersucht werden, welche Goldlegierung für den Ring verwendet wurde, und welches Mineral hier als Halbedelstein bearbeitet und gefaßt wurde.

Vorbereitung:

Die Kalotte des Steines wurde unter Aussparung von ca. einem Quadratmillimeter vollständig mit Leit-C-Plast überdeckt, und anschließend in das Mikroskop gelegt. Das Elektronenmikroskop wurde hier nur als Elektronenquelle für die chemische Analyse verwendet. Es wurde jeweils von dem Material des Ringes und des Steines (in der Aussparung) ein Röntgenspektrum über ca. 2 Minuten aufgenommen und anschließend ausgewertet.

Ergebnisse:

Das Spektrum des Ringmaterials zeigt, daß das Gold des Ringes mit Silber und Kupfer legiert wurde.



Die quantitative Auswertung des Spektrums ergibt:

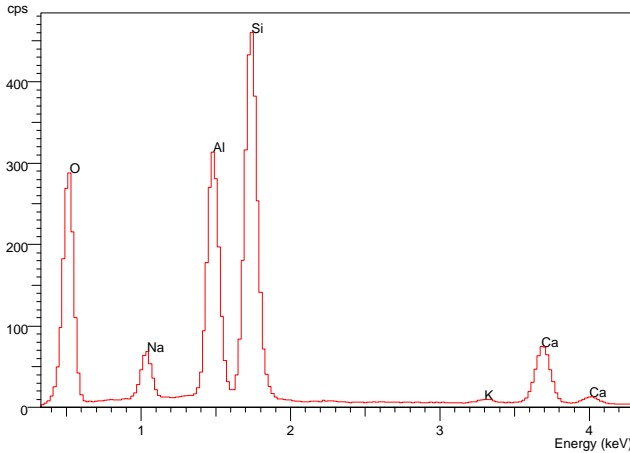
Element	Gew. %	Fehler %	Atom %
Cu	11.7	± 0.3	26.7
Ag	13.3	± 0.3	17.9
Au	75.0	± 0.4	55.4
Summe	100.0		

Für den Ring wurde also eine Legierung mit 750 Teilen Gold verwendet.

Das Spektrum des Steines zeigt wie erwartet, daß ein Feldspat der Kalknatronreihe vorliegt. Die allgemeine Strukturformel dieser Feldspäte kann wie folgt angegeben werden:



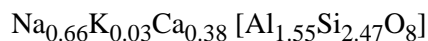
Dabei nimmt x Werte zwischen 0 und 1 an.



Im Spektrum ist erkennbar, daß dieser Feldspat außer Natrium und Calcium auch noch etwas Kalium auf der gleichen Gitterposition eingebaut enthält. Die quantitative Auswertung des Spektrums ergibt:

Element	Gew. %	Fehler %	Atom %	Oxide	Gew. %	Formelmengen
Na	5.64 ± 0.04		5.07	Na ₂ O	7.60	0.66
Al	15.43 ± 0.04		11.83	Al ₂ O ₃	29.16	1.55
Si	25.65 ± 0.05		18.89	SiO ₂	54.87	2.47
K	0.38 ± 0.02		0.20	K ₂ O	0.46	0.03
Ca	5.65 ± 0.03		2.92	CaO	7.90	0.38
O	47.24 ± 0.06		61.08			8.00
Summe	100.00		100.00		100.00	

Aus der Analyse ergibt sich damit die folgende Strukturformel:



Bezogen auf die reinen Endglieder der Kalknatronfeldspatreihe liegt die Analyse bei etwa 66 Mol% Albit und 38 Mol% Anorthit, dieser Feldspat fällt damit in den Bereich des Andesin (30-50 Mol% Anorthit).

Die Analyse ist jedoch möglicherweise mit zwei systematischen Fehlern behaftet:

- 1) Das verwendete Gerät war vor allem für die Analyse von Natrium nicht ausreichend genau kalibriert. Natrium wurde daher wahrscheinlich erheblich überbestimmt.
- 2) Es wurde möglicherweise ein zu kleines, und damit nicht repräsentatives Volumen analysiert.

Es erscheint demnach möglich, daß es sich auch um einen Labradorit (50-70 Mol% Anorthit) handeln könnte. Berechnet man die Molprozentage aus dem Al/Si-Verhältnis (daß wahrscheinlich genauer bestimmt wurde), so erhält man tatsächlich 55 Mol% Anorthit, also einen Labradorit.

Bewertung der Ergebnisse:

Der Ring besteht aus echtem Gold in einer für Schmuck sehr gebräuchlichen Legierung mit 750 Teilen Gold, 133 Teilen Silber und 117 Teilen Kupfer. Kupfer ist erforderlich, da reines Gold für Schmuck viel zu weich wäre. Silber dient zusammen mit dem Kupfer zur Einstellung der gewünschten Farbe der Legierung.

Der Ring trägt einen Stein aus der Reihe der Kalknatronfeldspäte, wahrscheinlich einen Labradorit oder jedenfalls einen dem Labradorit chemisch eng verwandten Feldspat. Feldspäte sind im allgemeinen keine Halbedelsteine, denn, die ganze Familie der Feldspäte zusammengenommen, stellen die Feldspäte tatsächlich das häufigste Mineral der Erdkruste. Bestimmte relativ seltene Varietäten jedoch, die einen geheimnisvollen und sehr attraktiven Farbschimmer zeigen, werden als Halbedelsteine betrachtet. Das Farbspiel dieser Feldspäte wird durch feine Entmischungslamellen verursacht, deren Dicke in die Größenordnung der Wellenlänge des Lichtes fällt. Die Farben sind also Strukturfarben, entstanden durch Beugung des einfallenden Lichtes an den Entmischungslamellen. Solche feinen Entmischungen gibt es ausschließlich in magmatisch, also bei hohen Temperaturen (oberhalb 700°C) gebildeten Feldspäten. Bei diesen Temperaturen sind die verschiedenen Endglieder der Feldspäte noch komplett miteinander mischbar. Bei der Abkühlung werden jedoch Feldspäte mit bestimmten Mischungsverhältnissen instabil. Sie sind unter Umständen gezwungen, sich in zwei stabile Feldspäte aufzuspalten, die dann jeweils genau zwei unterschiedliche Mischungsverhältnisse aufweisen, die die Grenze der sogenannten Mischungslücke bilden. Die pauschale Zusammensetzung des Feldspates bleibt dabei natürlich unverändert, solange man ein Volumen analysiert, das deutlich größer ist als die Dicke der Entmischungslamellen.

Wie man sieht, läßt sich viel Interessantes über die Stofflichkeit eines Schmuckstückes aussagen. Der Wert, den ein Schmuckstück für uns darstellt, erschließt sich jedoch nicht allein aus diesen Tatsachen, sondern viel mehr auch aus den Hintergründen seiner Kreation, seiner Wahl, seiner Gabe, und aus den Gefühlen, die seine Träger mit ihm verbinden.

Dr. Andreas Lorenz
Diplom-Geologe und Mineraloge