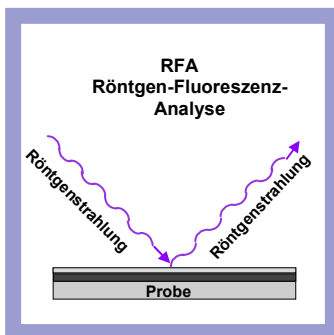


Die Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) ist eine Standardmethode zur schnellen und zerstörungsfreien Bestimmung von Schichtdicken und der Elementzusammensetzung in Festkörpern und in Flüssigkeiten. Das am ZSW betriebene RFA-System wurde speziell zur Elementanalyse und Schichtdickenbestimmung von Systemen, die aus mehreren Schichten bestehen, entwickelt und optimiert. Dieses RFA-System ist damit in der Lage, innerhalb kompletter Schichtsysteme die Zusammensetzung einzelner Schichten zerstörungsfrei zu bestimmen. Eine weitere Besonderheit der RFA-Analyse am ZSW ist, dass die Messungen nicht im Vakuum durchgeführt werden müssen und damit z.B. auch die Untersuchung von Flüssigkeiten möglich ist.

Prinzip



Die Probe wird durch Röntgenstrahlen mit Energien bis zu 50 keV angeregt. Durch Ionisation innerer Atomschalen und Übergänge von Elektronen aus höheren Energiezuständen auf diese freigewordenen Zustände wird eine für jedes Element charakteristische Röntgenstrahlung erzeugt.

Die Energie der emittierten Röntgenquanten wird mit Hilfe eines Si(Li) Detektors bestimmt. Ein Vielkanalanalysator ermöglicht dabei die gleichzeitige Aufnahme des gesamten Energiespektrums der emittierten Röntgenquanten.

Die Informationstiefe ist von der Eindringtiefe der anregenden Röntgenstrahlung und der Energie der entstehenden charakteristischen Röntgenstrahlung und der Röntgenabsorption in der Probe abhängig. Die Informationstiefe ist damit element- und materialspezifisch, sie kann bis zu einigen 10 µm betragen.

Spezifikationen

Röntgenröhre:	Rhodium, 50 kV
Nachweisgrenze:	≥ 0.001 At.% (10 ⁻⁵)
Laterale Auflösung:	1 mm, 300 µm oder 100 µm
Informationstiefe:	10 µm
Elementnachweis:	Ordnungszahl ≥ 9 (Fluor)

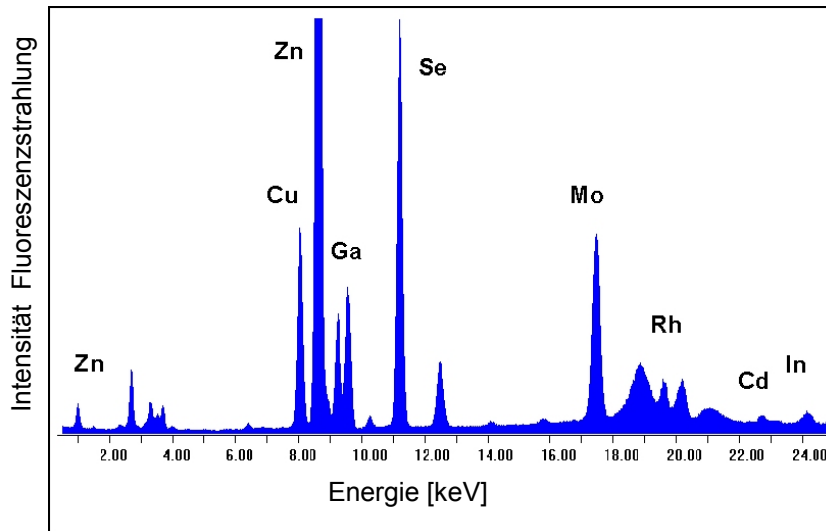
Möglichkeiten

Nachweis und Quantifizierung der Elemente in Festkörpern und Flüssigkeiten
 Zusammensetzung und Schichtdicke dünner Schichten
 Messung einzelner Schichten in Mehrschichtsystemen (bis 4 Einzelschichten)
 Ortsaufgelöste Analysen
 Automatische Aufnahme von Mehrpunktanalysen, Line Scans und Mappings

Anforderungen

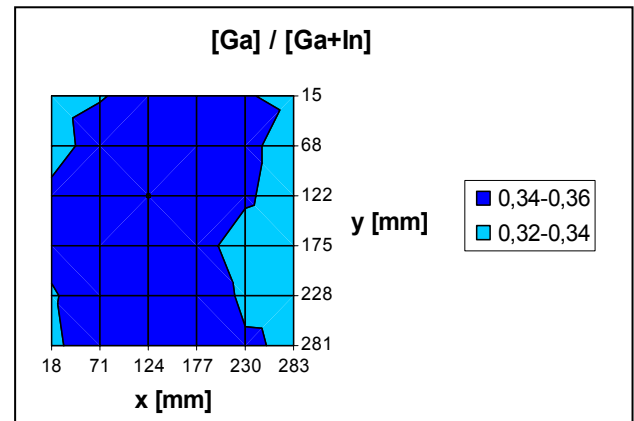
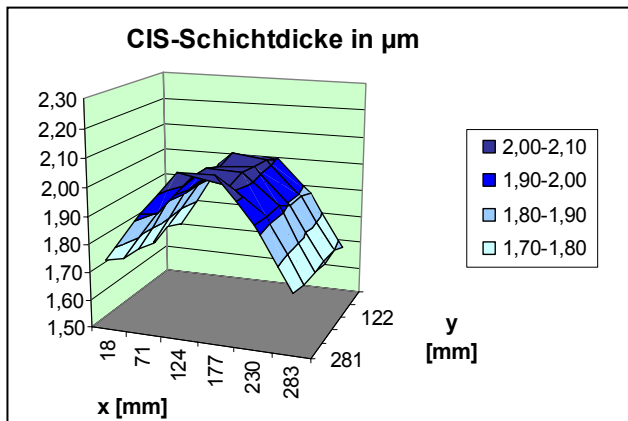
Probengröße bis 30 cm x 30 cm
 Proben bis 70 cm x 70 cm: Analyse nur im mittleren Bereich möglich
 Probendicke maximal 90 mm

CIS-Solarmodul: Übersichtspektrum



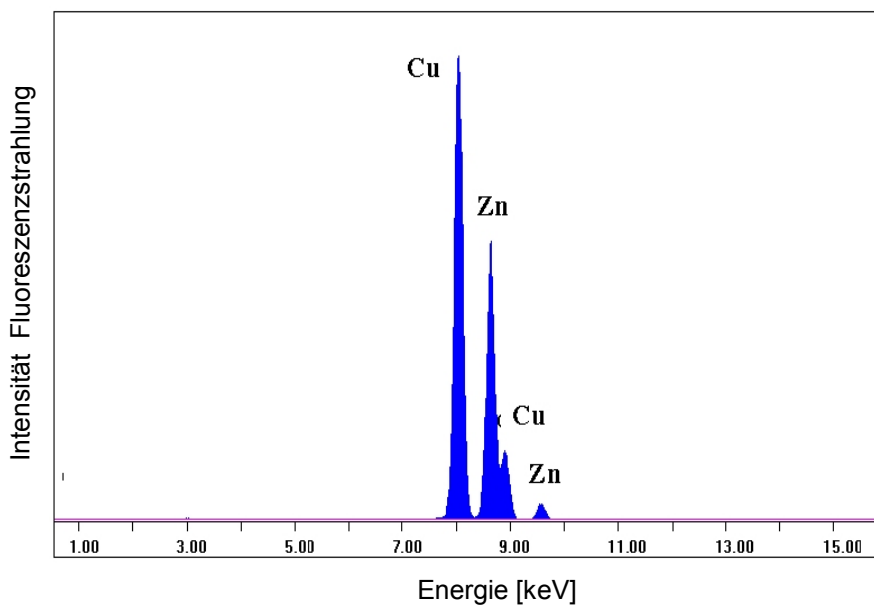
RFA-Übersichtsspektrum eines CIS-Solarmoduls. Man erkennt deutlich Zn vom ZnO Frontkontakt, Mo des Molybdän-Rückkontaktes und Cu, In, Ga und Se des Absorbers. Der Cd-Peak ist wegen der geringen CdS-Schichtdicke deutlich kleiner. Zur Quantifizierung werden die Peakintegrale der K-Linien benutzt.

CIS-Solarmodul (30 cm x 30 cm): Ortsaufgelöste [Ga] / [Ga+In]-Verhältnisse und Schichtdicken



Zur Qualitätskontrolle von CIS-Modulen werden mit RFA regelmäßig Line-Scans oder Mappings durchgeführt. Die Informationstiefe von RFA erlaubt die gleichzeitige Bestimmung der Schichtdicken des ZnO-Frontkontaktes, der CdS-Pufferschicht, des CIS-Absorbers und des Mo-Rückkontaktes, sowie der Zusammensetzung der CIS-Schicht. Hier dargestellt sind die Absorberschichtdicke und das [Ga] / [Ga+In]-Verhältnis an einem 30 cm x 30 cm großen CIS-Modul.

Nachweis von Messing



RFA-Spektrum eines unbekanntes Kontaktmaterials. Die Analysen ergeben, dass das Material aus 65 % Cu und 35 % Zn besteht. Es handelt sich also um eine Messinglegierung.