

Querschnitt durch eine Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub>-Solarzelle

### Hochauflösende Rasterelektronenmikroskopie

Die Rasterelektronenmikroskopie ist ein klassisches Verfahren zur Abbildung der Topographie von Oberflächen. Das ZSW besitzt ein hochauflösendes Rasterelektronenmikroskop (HREM) mit Schottky-Feldemissionskathode (SFEG).

Möglichkeiten:

- Vergrößerungen: 20 bis 800.000
- Oberflächen- und Bruchkantenaufnahmen
- Schichtdickenbestimmung
- Analyse der Form und Größe von Partikeln und Einschlüssen
- Electron-Beam-Induced-Current-Messungen (EBIC)
- Mikrobereichsanalyse mittels EDX

### Oberflächenanalyse

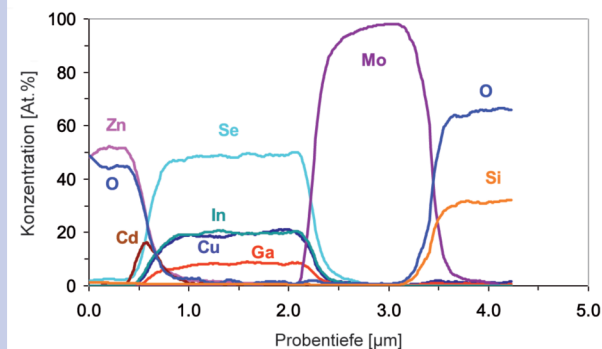
Oberflächenanalytische Methoden liefern eine Vielzahl von Informationen über Aufbau und Zusammensetzung von dünnen Schichten und Oberflächen.

Das ZSW bietet folgende Methoden an:

- Röntgen(X-Ray)-Photoelektronen-Spektroskopie (XPS)
- Sekundär-Ionen-Massen-Spektrometrie (SIMS)
- Sekundär-Neutralteilchen-Massen-Spektroskopie (SNMS)

Möglichkeiten:

- Nachweis und Quantifizierung der Elemente bis in den ppm-Bereich
- Analyse chemischer Bindungszustände
- Charakterisierung der obersten Atomlagen
- Konzentrationstiefenprofile



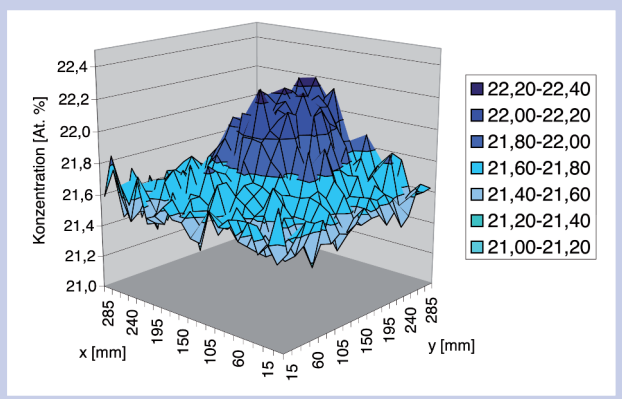
Konzentrationstiefenprofil einer CIGS-Solarzelle auf Glas mit ZnO-Frontkontakt u. Mo-Rückkontakt

### Röntgenfluoreszenzanalyse

Die Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) ist eine Standardmethode zur schnellen und zerstörungsfreien Analyse von Schichtsystemen und der Elementzusammensetzung in Festkörpern und Flüssigkeiten.

Möglichkeiten:

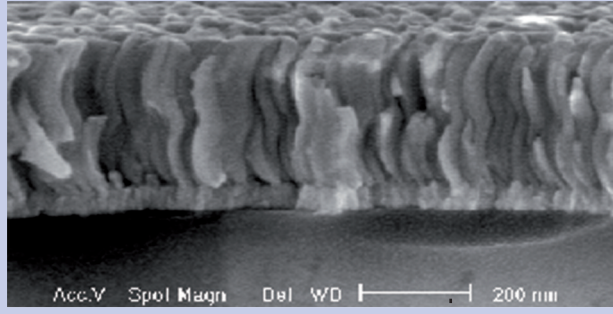
- Analyse von Mehrschichtsystemen
- Automatische Mehrpunktanalysen, Line Scans und Mappings bis 30 cm x 30 cm
- Nachweisgrenze:  $\leq 0,001$  at. %
- Laterale Auflösung: 100 µm bis 1 mm



Cu-Konzentration einer CIGS-Schicht auf 30 cm x 30 cm

## Auftragsbeschichtungen • Charakterisierung

Das ZSW zählt zu den führenden Energieforschungsinstituten in Europa. Für die CIGS-Dünnschicht-Technik haben wir Vakuum-Beschichtungsanlagen entwickelt, mit denen wir gern auch in Ihrem Auftrag Funktionsschichten herstellen:



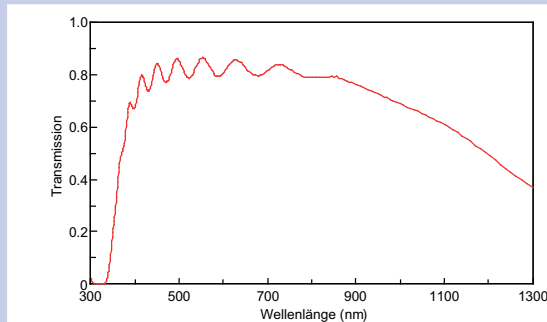
REM-Bruchkantenansicht vom Molybdän-Rückkontakt einer CIS-Solarzelle auf Glas

### Metallische Kontaktschichten

- Herstellung im Vakuum mittels Sputtertechnik (Kathodenzerstäubung) oder thermischer Verdampfung
- Schichtdicken von wenigen Nanometern bis hin zu mehreren Mikrometern
- thermische Verdampfung: Substrate bis 10 cm x 10 cm
- Sputtern: Substrate bis zu 30 cm x 40 cm
- Beschichten von Glassubstraten, Metall- und Polymerfolien

### Transparent-leitfähige Schichten:

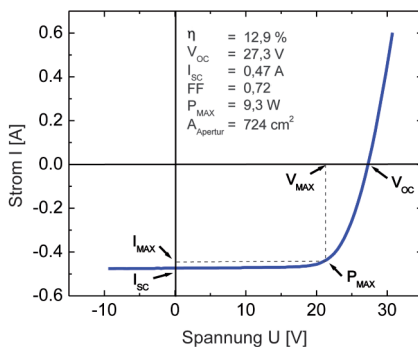
- Abscheidung mittels Sputtertechnik (Kathodenzerstäubung) vom keramischen Target oder über reaktive Prozesse vom metallischen Target bis 30 cm x 40 cm Substratgröße
- Beschichtung von Glassubstraten, Metall- und Polymerfolien
- Reaktivabscheidung mit Plasmaemissionsmonitor-Regelung (PEM)
- Prozessanalytik mit Langmuirsonde und Plasmaprozessmonitor



Transmissionsspektrum einer leitfähigen ZnO:Al-Fensterschicht für Solarzellen auf Glas ( $R_{sq} \sim 8 \text{ Ohm}$ ,  $d \sim 850 \text{ nm}$ )

### I/U-Kennlinienmessung

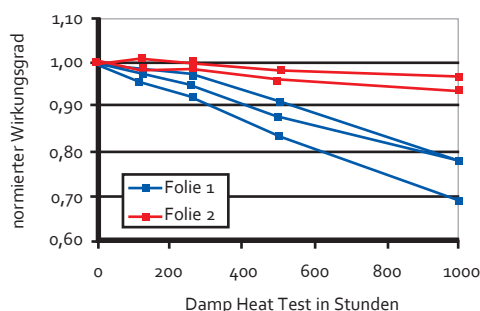
- 3 Kunstlicht-Sonnensimulatoren (Klasse AAA) bis zu 30 cm x 30 cm
- Wirkungsgradbestimmung nach DIN IEC 60904
- Kennlinienanalyse, Bestimmung der Diodenparameter
- Temperatur- und beleuchtungsabhängige Messungen



Strom-Spannungs-Kennlinie eines CIGS-Solarmoduls in 30 cm x 30 cm

### Stabilitätstests an Verkapselungsmaterialien

- Beschleunigte Alterungstests (Feuchte-Wärme, Temperaturwechsel, Feuchte-Frost)
- Untersuchung der optischen und elektrischen Schichteigenschaften
- 2 Klimaschränke
- Sonnensimulator bis 30 cm x 30 cm
- UV-Tests (UVB: 7,5 kWh/m², UVA: > 15 kWh/m²)



Feuchte-Wärme-Test von Solarmodulen mit zwei verschiedenen Verkapselungsfolien

### Ansprechpartner

Claudia Brusdeylins

Tel.: +49(0)711/78 70-278 • claudia.brusdeylins@zsw-bw.de