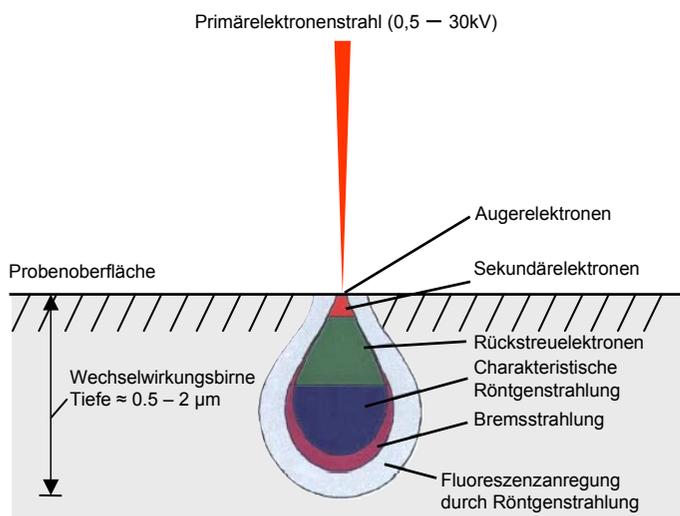


Die Rasterelektronenmikroskopie ist ein klassisches Verfahren zur Abbildung der Topographie von Oberflächen. Diese werden mit einem fokussierten Elektronenstrahl zeilenförmig abgerastert und mit Hilfe der emittierten Elektronen auf einem Monitor abgebildet. Im Vergleich zu einem konventionellen Lichtmikroskop lassen sich wesentlich höhere Vergrößerungen und Tiefenschärfen erzielen.

Prinzip



Ein Elektronenstrahl (Primärelektronenstrahl) wird mit Hilfe einer Schottky-Feldemissionskathode und einer Beschleunigungsspannung U_B im kV-Bereich erzeugt und schließlich durch elektrische und magnetische Linsen auf der Probenoberfläche fokussiert. In der Probe werden durch den Primärelektronenstrahl in einem Wechselwirkungsvolumen, welches von der Beschleunigungsspannung und der Materialzusammensetzung abhängt, u.a. Sekundärelektronen (SE), Rückstreuelektronen (BSE) sowie Röntgenstrahlung erzeugt. Das Anregungsvolumen hat eine Tiefe von $< 1 \mu\text{m}$ bis wenige μm . Die an der Probenoberfläche gestreuten Elektronen werden mit einem Sekundärelektronendetektor nachgewiesen, vervielfacht und als Signal auf einem Monitor ausgegeben. Topographie-, Material- und Elementkontraste werden so abgebildet.

Spezifikationen

| | |
|---------------------------------|---|
| Ausstattung: | Hochauflösendes Rasterelektronenmikroskop mit Schottky-Feldemissionskathode |
| Probenmanipulator: | Drehung: 360° Kippung: $15-75^\circ$ x/y/z-Bewegung: bis 50 mm |
| Kathode: | Schottky-Feldemissionskathode (SFEG) |
| Laterale Auflösung: | 1,5 nm ($U_B > 10 \text{ kV}$), 2,5 nm ($U_B = 1 \text{ kV}$), |
| Beschleunigungsspannung U_B : | 0,2 – 30 kV |
| Probenstrom: | $< 1 \text{ pA}$ bis ca. 20 nA |
| Vergrößerungen: | ca. 20 – 100.000 im HR-Modus ca. 2500 – 800.000 im UHR-Modus |

Möglichkeiten

Oberflächen- und Bruchkantenaufnahmen von dünnen Materialschichten
Schichtdickenbestimmung
Analyse der Form und Größe von Partikeln und Einschlüssen
Messung des durch den Elektronenstrahl ausgelösten, lokalen Photostroms bei Solarzellen (Electron Beam Induced Current (EBIC) Messungen)

Anforderungen

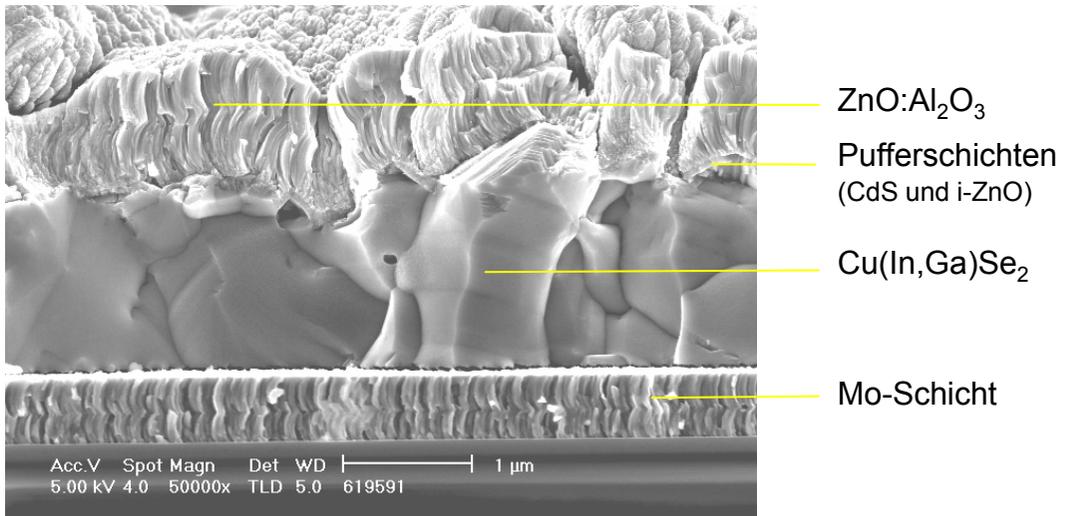
| | |
|-----------------------|--|
| Probengröße: | bis 50 mm x 50 mm |
| Probendicke: | bis 30 mm |
| Probenbeschaffenheit: | trocken, keine Ausgasungen, vakuumtauglich |

Anwendungsbeispiele HREM

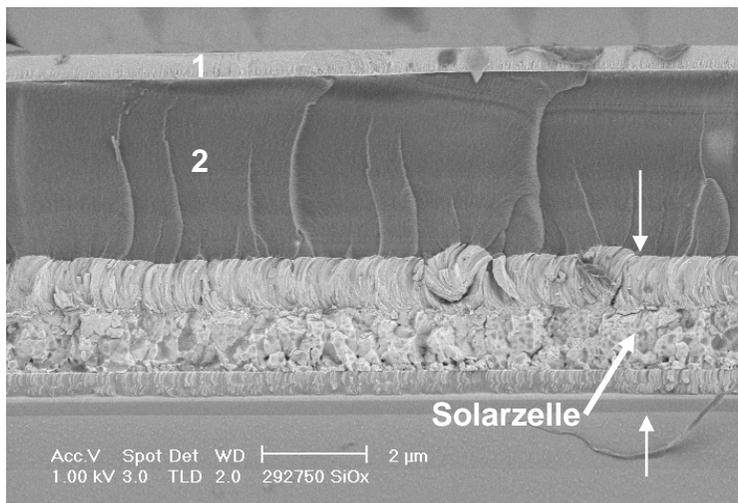
Mit Hilfe des hochauflösenden Rasterelektronenmikroskops werden am ZSW die Morphologie der verschiedenen Solarzellenschichten untersucht. Hierzu gehören insbesondere metallische Kontakt-, Halbleiter- und Barrierschichten.

Die elektronenmikroskopische Untersuchung an der Bruchkante einer Solarzelle ermöglicht die Bestimmung der Kornstrukturen und Schichtdicken der verschiedenen Einzelschichten. Daraus lassen sich Erkenntnisse z.B. über das Schichtwachstum, die Wirkung von Schutzschichten sowie die Entstehung von Fehlern in den einzelnen Prozessschritten gewinnen.

Elektronenmikroskopische Bruchkantenaufnahmen der Schichtstruktur einer CIS-Dünnschichtsolarzelle

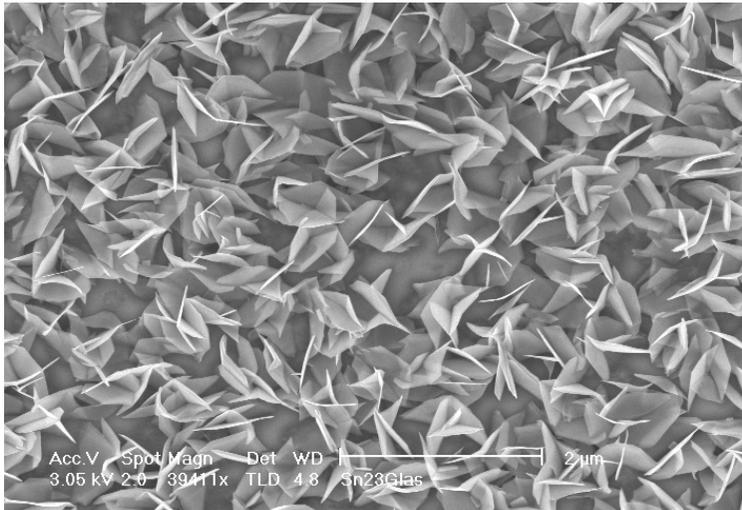


CIS-Zelle: Bruchkantenaufnahme einer Dünnschichtsolarzelle mit Mo- und Cu(In,Ga)Se₂-Schicht, Pufferschichten (CdS, i-ZnO) und ZnO:Al₂O₃-Schicht.



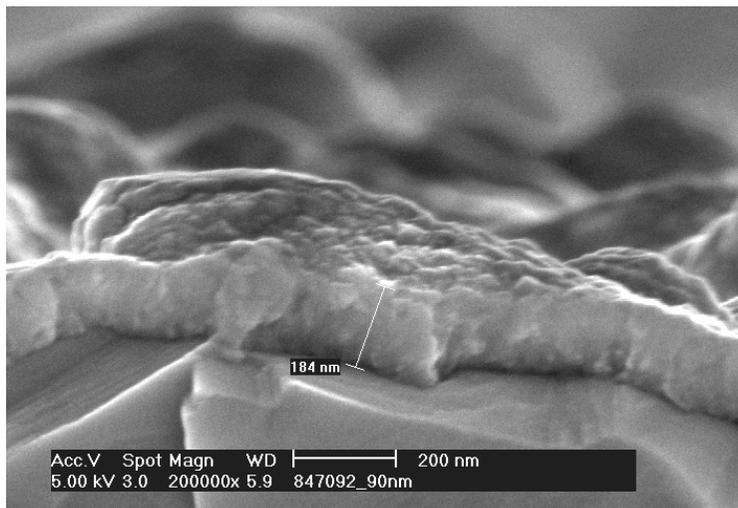
Querschnittsaufnahme einer Cu(In,Ga)Se₂-Dünnschichtsolarzelle mit zwei zusätzlich aufgebracht Funktionsschichten 1 (Difusionsbarriere) und 2 (Glättungsschicht).

Elektronenmikroskopische Oberflächenaufnahme einer Funktionsschicht



Plättchenförmige SnS₂-Kristalle auf Cu(In,Ga)Se₂ (Top view)

Schichtdicken-Messung mit dem Rasterelektronenmikroskop



Bruchkantenaufnahme einer In₂S₃-Schicht auf Cu(In,Ga)Se₂