

## Röntgenmikroskopie

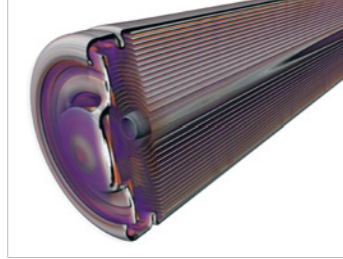
### Hohe Auflösung in 3D-Röntgenmikroskopie

#### Von Wilhelm Röntgen zur Röntgenmikroskopie

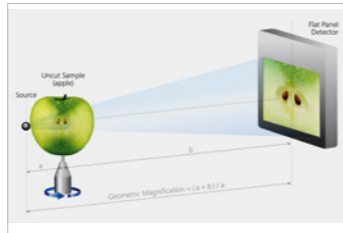
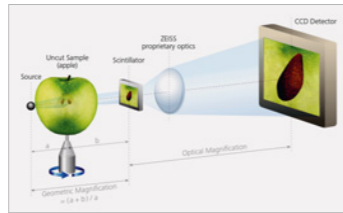
Röntgenstrahlen haben viel kürzere Wellenlängen als sichtbares Licht. Das ermöglicht es ihnen, Objekte zu durchdringen. 1895 von Wilhelm Röntgen entdeckt, wurden sie als erstes dazu verwendet, Kugeln in verletzten Soldaten zu finden.

Die Entwicklung der Röntgenmikroskopie sollte noch einmal hundert Jahre länger dauern. Zwar können Röntgenstrahlen Materie durchdringen, was mit sichtbarem Licht nicht möglich ist. Allerdings eignen sich Glaslinsen, die in Lichtmikroskopen die Vergrößerung erzeugen, nicht für Röntgenstrahlen. Hierfür mussten ganz spezielle Optiken und Detektoren mit winzigen Pixelgrößen entwickelt werden.

→ Mit CT können Sie den ganzen Apfel abbilden. Wenn Sie aber die Samen sehen möchten, müssen Sie ihn aufschneiden. Nur ein Röntgenmikroskop kann einen Apfel scannen und sein Inneres mit hoher Auflösung abbilden, ohne dass man den Apfel aufschneiden muss.



↑ Intakte Batterie, eine Zylinderzelle (160 kV).

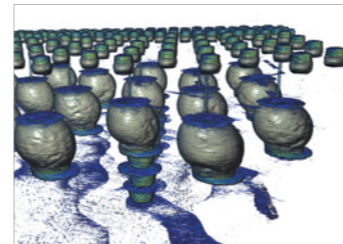
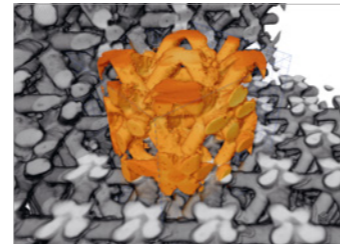


#### Wie funktioniert Röntgenmikroskopie?

Röntgenmikroskope bestehen aus einer leistungsstarken Röntgenquelle, einer Optik zur Fokussierung der Strahlen, einem Detektor zur Umwandlung der Röntgenstrahlen in sichtbares Licht und einer CCD-Kamera, die dieses Licht erfasst.

Weil Röntgenstrahlen Objekte durchdringen können, muss man den Untersuchungsgegenstand nicht zerschneiden wie bei der Lichtmikroskopie. Stattdessen dreht man die Probe und nimmt aus verschiedenen Winkeln Röntgenbilder von ihr auf. Die verschiedenen Materialien absorbieren die Röntgenstrahlen unterschiedlich stark. Dieser Kontrast erzeugt das Bild auf dem Detektor. Das Ergebnis ist eine detaillierte 3D-Darstellung der inneren Strukturen.

↓ Additiv hergestellte Gitterstruktur.



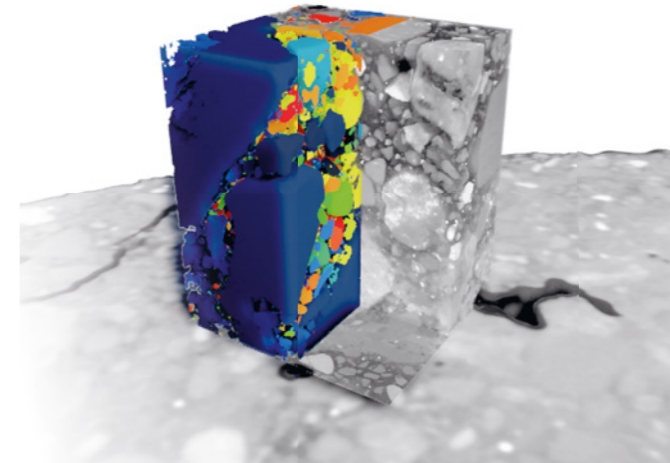
↑ Das Bild zeigt die vorgeformten Keimblätter in einem Pflanzensamen.

↓ Visualisierung der Kontaktstellen in einem Chipgehäuse, 1 µm/Voxel.

#### Die Vorteile der Röntgenmikroskopie

- Zerstörungsfreie 3D-Bildgebung
- Hohe räumliche Auflösung (bis zu 50 Nanometer)
- Untersuchung verschiedenster Probengrößen mithilfe von Raad-Technologie (Resolution at a Distance)
- Absorptions-, Phasen- und Beugungskontraste
- Zeitaufgelöste Aufnahmen während eines Experiments (in situ)

↓ Lokalisierte hochauflösende Tomographie und Segmentierung mehrerer Phasen in Beton.



# B10



Seeing beyond

# HIGHLIGHTS DER PHYSIK