

Körber-Preis für die Europäische Wissenschaft 1987

Weiterentwicklung der Elektronenholographie

Karl-Heinz Herrmann, Friedrich Lenz, Hannes Lichte, Gottfried Möllenstedt

Einst führend auf dem Gebiet der Elektronenmikroskopie, ist Deutschland seit mehr als zwei Jahrzehnten kein Standort mehr für die Produktion dieser bedeutenden Technik. Dennoch zählen deutsche Mikroskopiker auf mehreren Gebieten zur Avantgarde der Forschung. Der Körber-Preis von 1987 beschleunigte die Entwicklung eines Verfahrens, mit dem ein Tübinger Forscherteam zur internationalen Spitzengruppe vorgestoßen ist.

Licht- und Elektronenmikroskope haben einige Grundprinzipien gemeinsam. Bei ihrer Beschreibung fällt auf, dass Licht oder der Elektronenstrahl einmal als Wellenerscheinung und dann wieder als Dauerfeuer von Partikeln angesehen werden muss:

- Die Strahlen prallen auf das Objekt, verändern es, werden von Linsen auf andere Wege geschickt und von Spiegeln reflektiert – ein Billardspiel.
- Um den Kontrast zwischen einem Objekt und seinem Hintergrund zu erklären, ist es wiederum sinnvoll, den Strahl als Welle aufzufassen: Wenn er das Objekt durchwandert, ändern sich Welleneigenschaften, insbesondere die Intensität, also die Amplitude – eine Information über das Objekt entsteht, die das Mikroskop sichtbar macht.



Das Spezial-Elektronenmikroskop für die atomare Elektronenholographie. Nach den Spezifikationen der Tübinger Wissenschaftler von der Firma Philips gebaut, erlaubt es derzeit die holographische Abbildung von 0.13 nm feinen Strukturen. Ziel ist 0.1 nm.
Foto: Peter Allert

Aus dem Wellencharakter resultiert die Auflösungsgrenze der Lichtmikroskopie klassischen Typs: Sind zwei Punkte im Objekt dichter beisammen als 200, manchmal 100 Nanometer (1nm entspricht 1 Millionstel Millimeter), dann sind sie voneinander nicht mehr zu unterscheiden. Die Wellenlänge des Lichts ist zu groß, als dass sich ein Bild solch enger Nachbarn noch scharf einstellen ließe. Bedeutend höhere Auflösungen lassen sich mit Elektronenstrahlen erzielen. Die Lichtmikroskopie ist längst an der Auflösungsgrenze angekommen. Sie kann nicht überschritten, wohl aber umgangen werden: Zu diesem Zweck arbeiten Mikroskopiker neben der Amplitudeninformation zugleich die Phaseninformationen heraus: Das Objekt kann nämlich auch die Phase der Welle verändern, also den Zeitpunkt verschieben, wann an einem bestimmten Ort ein Wellenberg oder -tal auftritt – und diese Information kann sichtbar gemacht werden.

Just das lässt sich gleichfalls mit Elektronen bewerkstelligen. Zwar ist die Elektronenmikroskopie noch weit von der theoretischen Auflösungsgrenze entfernt, aber die unvermeidlichen Abbildungsfehler der Elektronenlinsen erschweren beispielsweise die Untersuchung atomarer Strukturen von Kristallen. Wenn man jedoch dem Elektronenbild eine Vergleichswelle überlagert, so lassen sich aus dem Interferenzbild, einem Hologramm, die Phasenveränderungen ermitteln. Die Tübinger Gruppe nimmt das Elektronenhologramm mit einer CCD-Kamera auf; die nunmehr digitalisierten Daten werden sodann von einem Computer verarbeitet, dessen Programm die Wellenoptik simuliert. Es korrigiert die Fehler des Elektronenmikroskops und stellt damit Bilder zur Verfügung, die weitaus höhere Auflösungen aufweisen als diejenigen aus kommerziellen Elektronenmikroskopen. Die Instrumentierung ist freilich extrem teuer; der Körper-Preis versetzte die Forschergruppe in die Lage, die wissenschaftlichen Grundlagen für die Einwerbung umfangreicher weiterer Drittmittel zu erarbeiten – mit Erfolg.

Kontakt
Körper-Stiftung
Körper-Preis
Kehrwieder 12
20457 Hamburg
Phone +49 40 · 80 81 92 -181
E-Mail koerberprize@koerber-stiftung.de