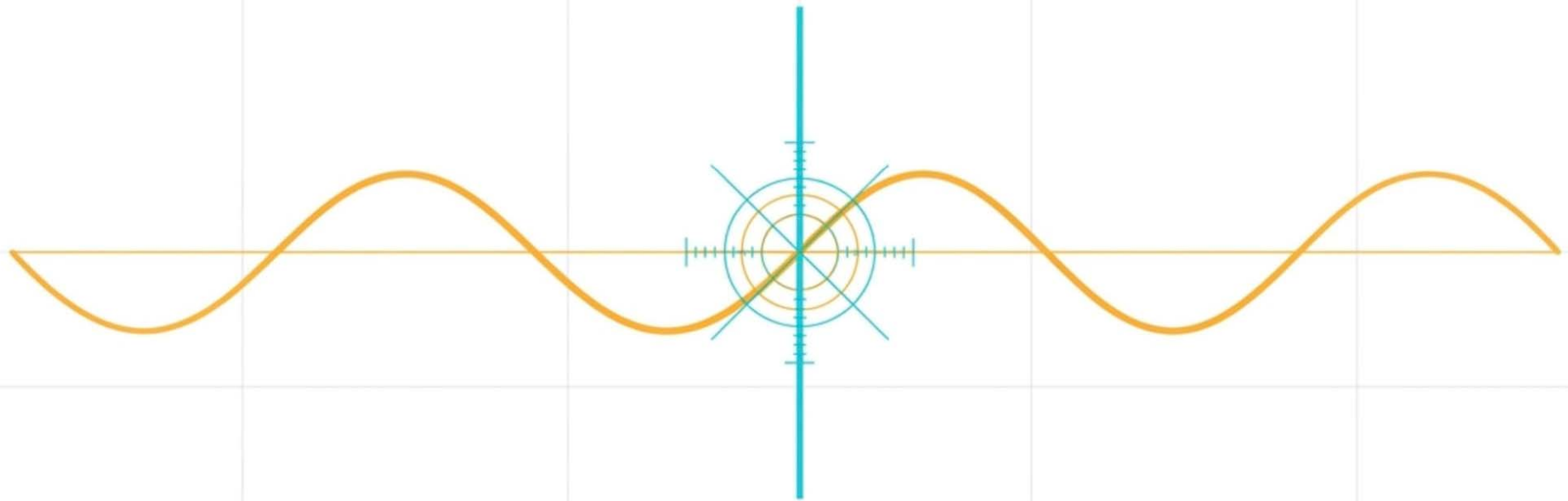




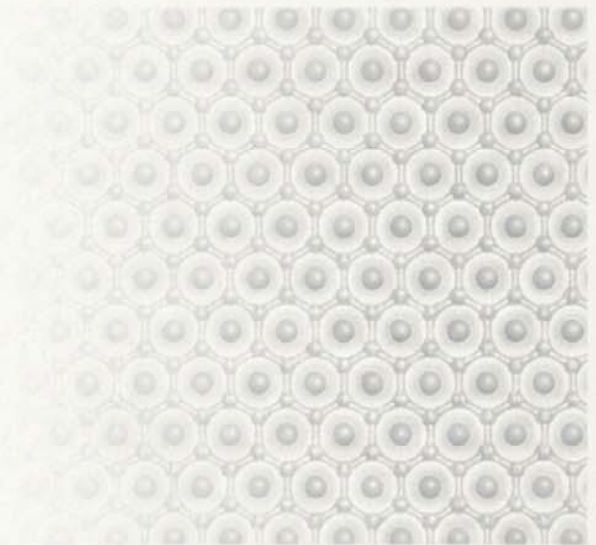
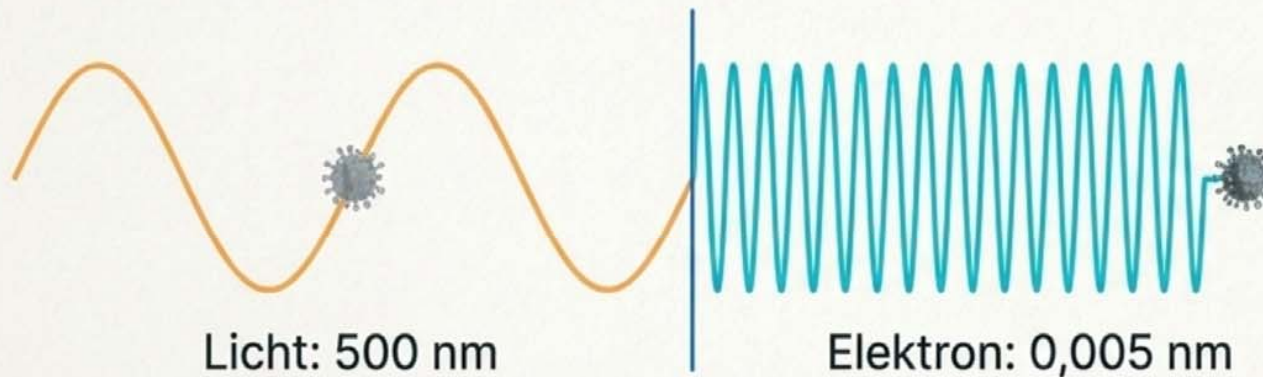
Der Bauplan des Unsichtbaren

Wie Elektronenmikroskope die Grenzen des Lichts durchbrechen
und eine neue Dimension der Wissenschaft eröffnen.

SCALE: MACRO  NANO

Der Quantensprung: Elektronen als Wellen

Die Quantenphysik offenbart: Ein Strom subatomarer Teilchen besitzt Wellencharakter.



0,005 nm

Typische Wellenlänge
eines Elektrons

~40.000x

Bessere Auflösung als
ein Lichtmikroskop

0,10 nm

Reale Auflösungsgrenze
unter Praxisbedingungen

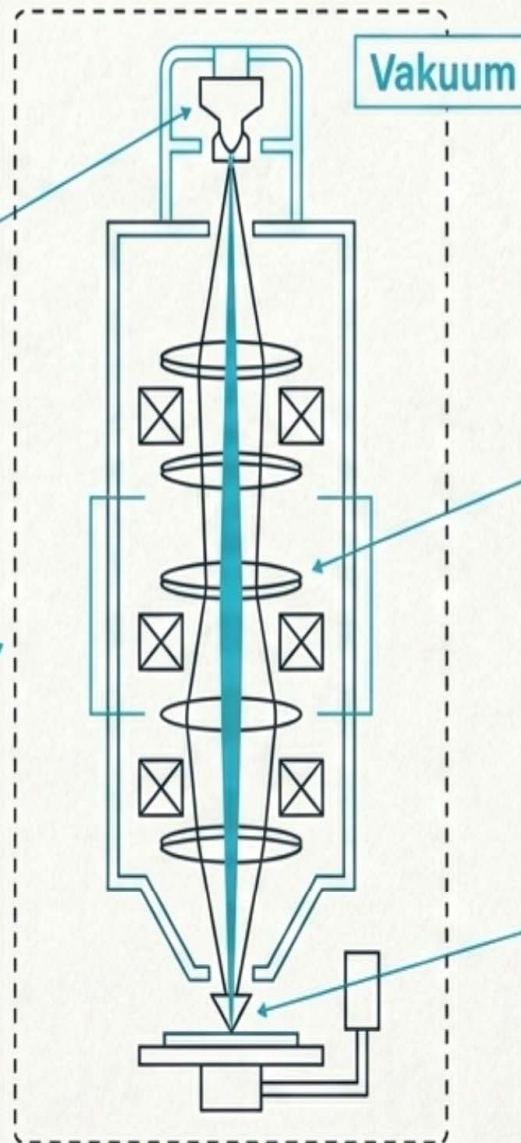
Der Paradigmenwechsel der Mikroskopie

Kategorie	Lichtmikroskop (Photonen)	Elektronenmikroskop (Elektronen)
Strahlungsquelle	Licht (Photonen)	Elektronenstrahl
Linsen	Geschliffenes Glas	Elektromagnetische Felder
Medium	Luft	Hochvakuum (Zwingend erforderlich)
Probenzustand	Lebend möglich	Zwingend tot und präpariert
Max. Auflösung	~200 nm	bis zu 0.1 nm (Nanometer-Bereich)
Was wird sichtbar?	Zellen, Bakterien	Viren, Zellorganellen, Atome

 200 nm — 0.1 nm

Elektronenquelle:
Erzeugt einen hochbeschleunigten
Elektronenstrahl.

Vakuum: Zwingend notwendig,
damit Elektronen nicht mit
Luftmolekülen kollidieren.

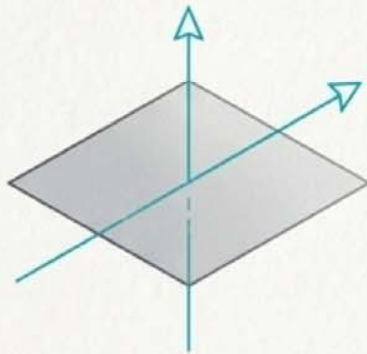


Elektromagnetische Linsen:
Bündeln und steuern die negativ
geladenen Elektronen berührungslos.

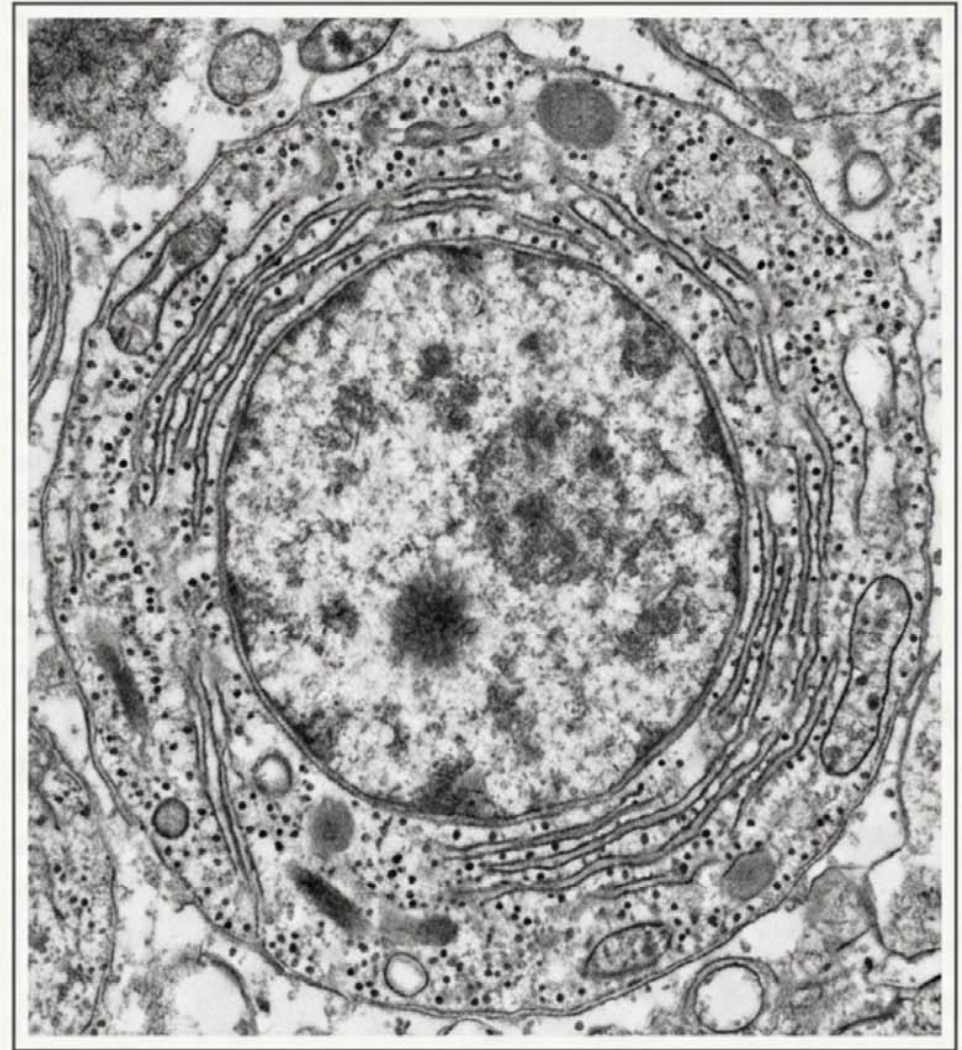
Detektor / Probe:
Der Ort der Elektronenstreuung,
wo das Bild entsteht.

TEM: Der Blick ins Innere

Transmissionselektronenmikroskopie

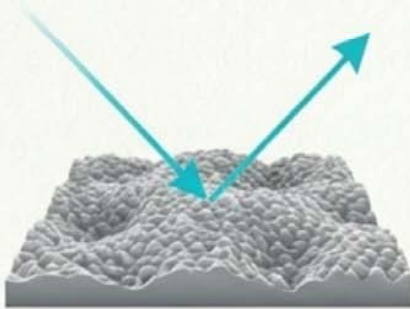


Offenbart die komplexe innere Architektur von Zellen. Weil der Elektronenstrahl die Probe durchleuchtet, erscheinen elektronendichte Strukturen dunkel, während durchlässige Bereiche hell bleiben. Perfekt für die Untersuchung von Organellen und der Zellkernstruktur.

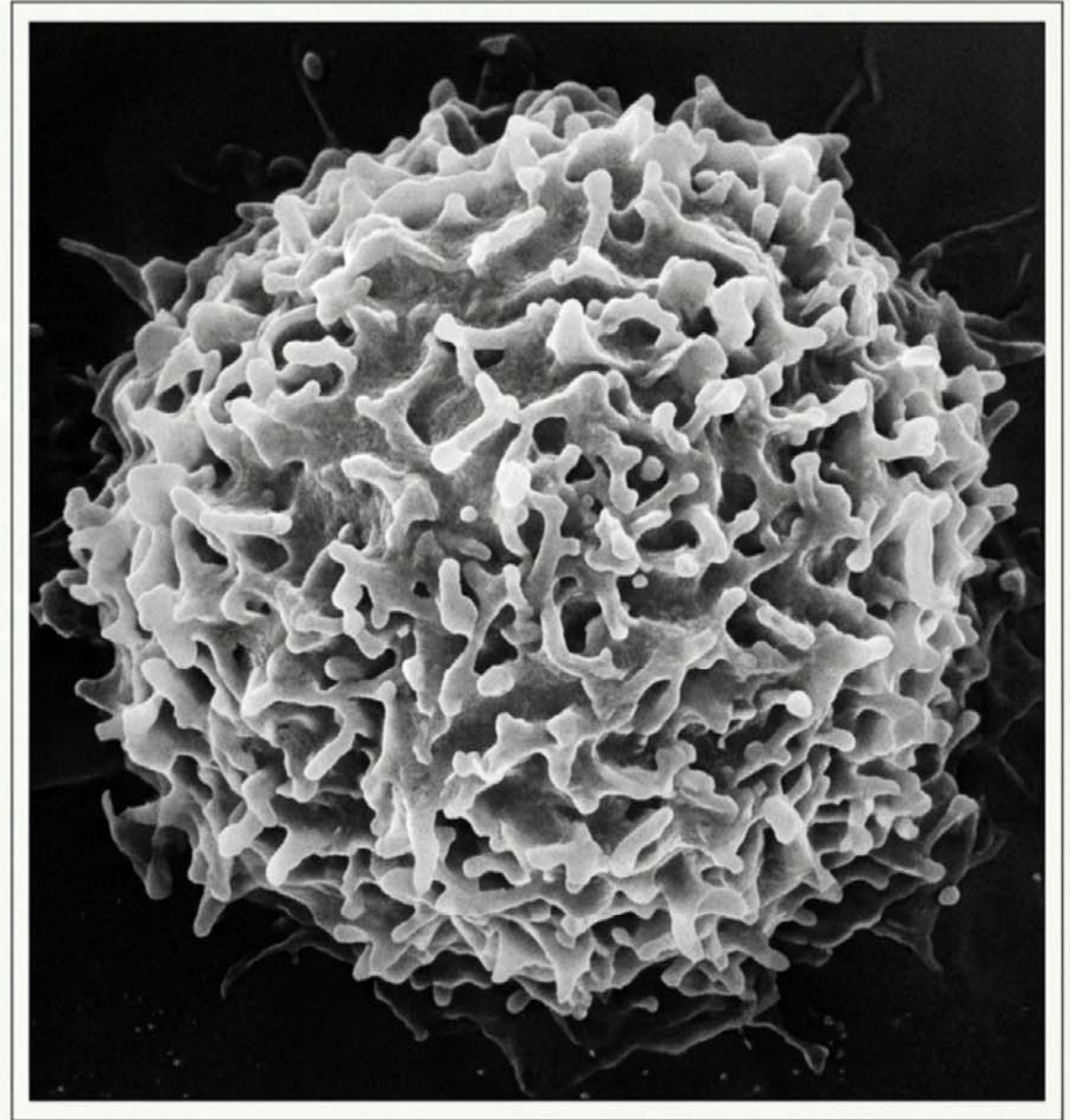


REM: Topografie im Detail

Rasterelektronenmikroskopie



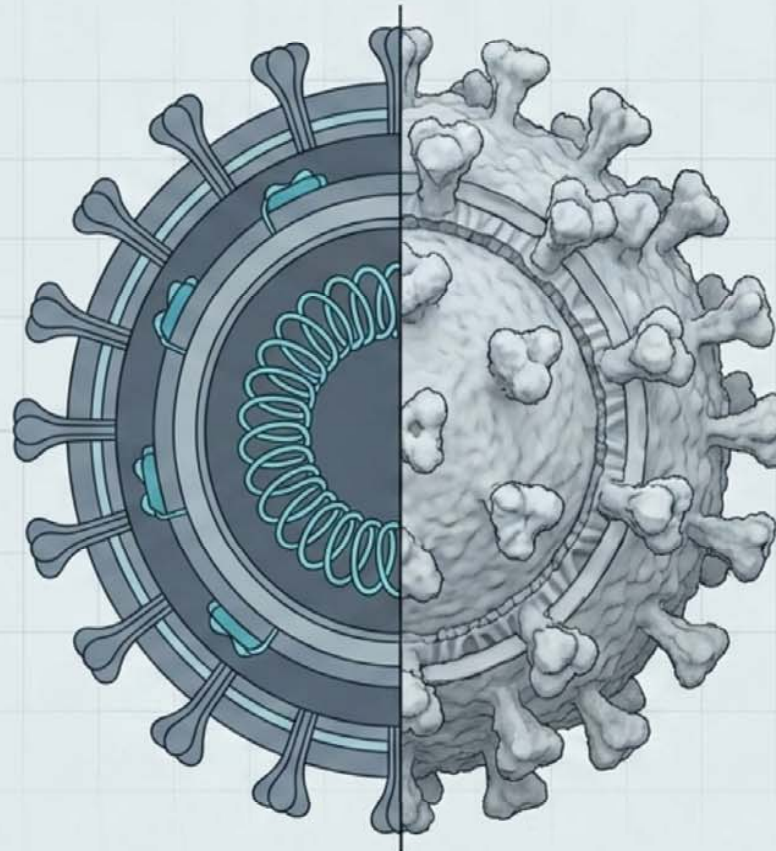
Erzeugt faszinierende, räumlich wirkende Bilder.
Ein feiner Elektronenstrahl rastert die mit Metall
bedampfte Oberfläche Punkt für Punkt ab. Ein
Detektor fängt die reflektierten Signale auf
und errechnet daraus ein dreidimensional
wirkendes Abbild der Oberflächenstruktur.



Die vollständige Perspektive



TEM View



REM View



Um einen Organismus im Nanometer-Bereich vollständig zu verstehen, kombiniert die Wissenschaft beide Methoden. Das REM liefert die topografische Architektur der Oberfläche, während das TEM den verborgenen, inneren Bauplan aufdeckt.



Der Preis der Auflösung: Probenvorbereitung

Da das System ein Hochvakuum erfordert, müssen alle Proben einen strengen, lebensfeindlichen Prozess durchlaufen.



Fixierung

Chemische Stabilisierung der organischen Strukturen.



Entwässerung

Vollständiger Entzug von Wasser, da dieses im Vakuum sofort kochen und die Probe zerstören würde.



Dünne Schnitte (für TEM)

Die Probe wird in ultradünne Scheiben geschnitten, damit Elektronen sie durchdringen können.



Metallbeschichtung (für REM)

Die Oberfläche wird mit einer hauchdünnen Schicht aus Gold oder Platin bedampft, um sie elektrisch leitfähig zu machen.

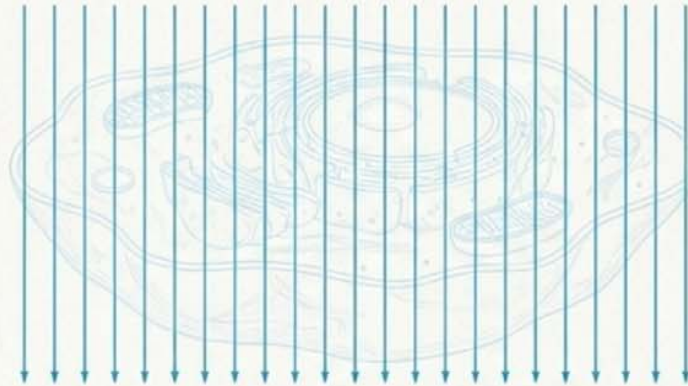


Präparations-Pipeline

Schattenwerfer: Warum wir mit Metall färben

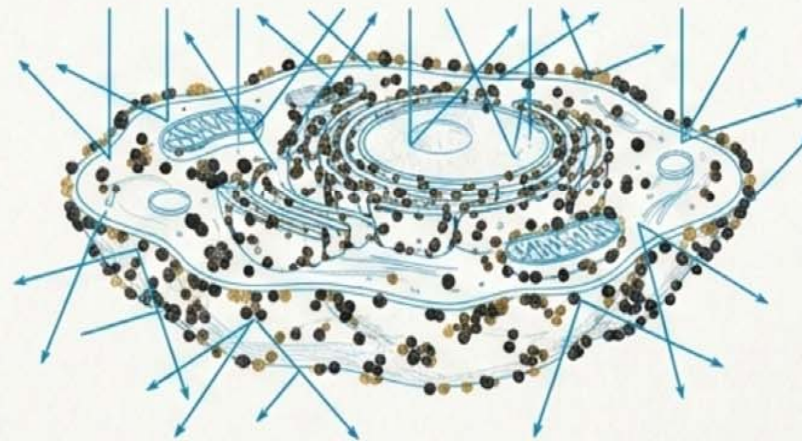
Um Kontrast zu erzeugen, müssen die Proben mit Schwermetallen bedampft oder gefärbt werden. Die schweren Atomkerne streuen den Elektronenstrahl und erzeugen so das Bild.

Ohne Färbung



Elektronen durchdringen biologisches Material (Kohlenstoff/Wasser) fast ungehindert.

Mit Schwermetallbedampfung



Osmium oder Gold fangen die Elektronen ab oder lenken sie um – der entstehende "Schatten" ist unser Bild.

Dimensionen der Anwendung



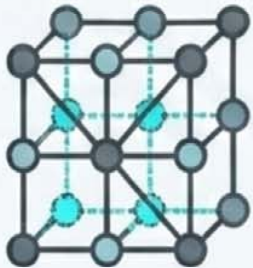
Zellbiologie

Sichtbarmachung der kleinsten Bausteine des Lebens. Ermöglicht das detaillierte Studium von Zellorganellen.



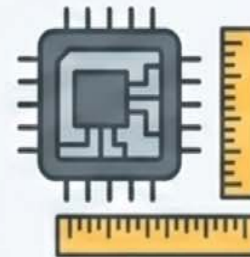
Medizin

Identifikation und Analyse von Viren und Krankheitserregern zur Entwicklung gezielter Therapien.



Materialwissenschaften

Untersuchung von Kristallstrukturen, Brüchen und Legierungen auf atomarer Ebene für neue Hochleistungsmaterialien.



Nanotechnologie

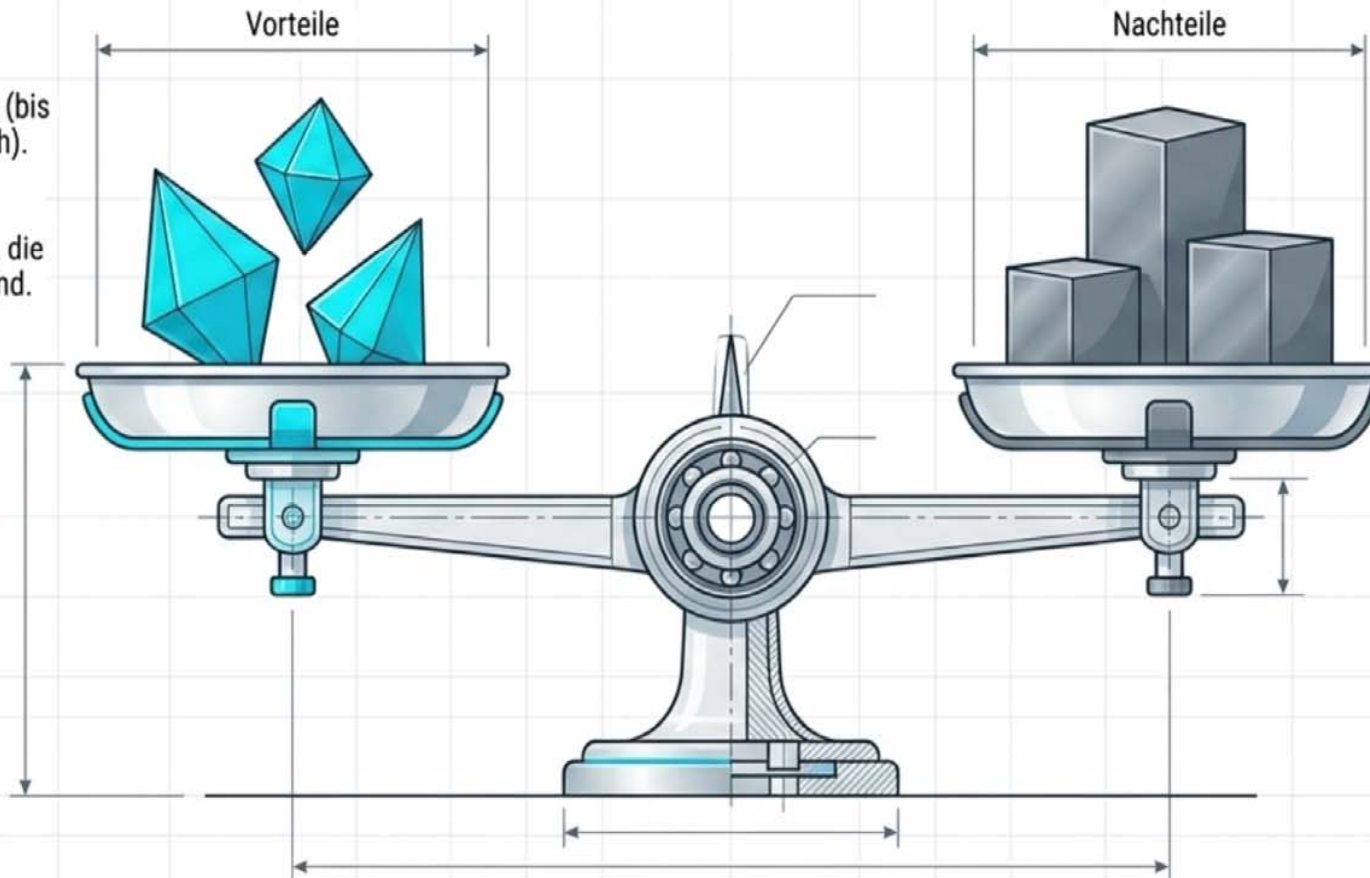
Qualitätskontrolle und Konstruktion von Bauteilen im Nanometer-Bereich, z.B. für Mikrochips.



Globale Anwendungsfelder

Die technologische Balance

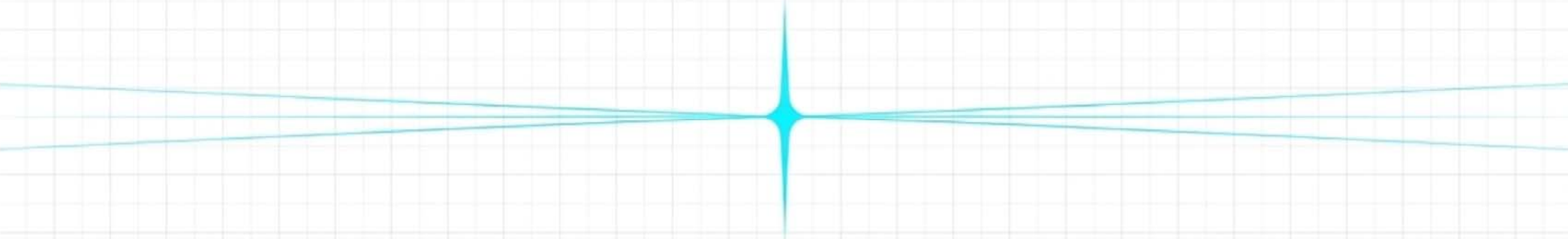
- Extrem hohe Auflösung (bis in den atomaren Bereich).
- Sichtbarmachung von detaillierten Strukturen, die optisch unerreichbar sind.



- Aufwendige, zeitintensive Probenvorbereitung.
- Untersuchung lebender Zellen ist physikalisch ausgeschlossen.
- Extrem hohe Anschaffungs- und Betriebskosten.

Trade-offs der Nano-Optik

structural scale



“Elektronenmikroskope ermöglichen Einblicke, die mit Licht schlichtweg unmöglich sind.”

Sie haben unser Verständnis der Zellbiologie revolutioniert und bilden das technologische Fundament, um den Bauplan des Unsichtbaren zu entschlüsseln.

Quellen

- <https://studyflix.de/biologie/elektronenmikroskop-2281>
(21.04.26 13:24)
- <https://simpleclub.com/lessons/biologie-elektronenmikroskop> (21.04.26 13:41)
- <https://www.doccheck.com/de/detail/photos/44097-elektronenmikroskopie> (21.04.26 14:22)
- <https://www.studysmarter.de/schule/biologie/zellbiologie/elektronenmikroskop/> (21.04.26 14:06)
- http://ieim.med.ovgu.de/Study/Zellbiologie/_/Einf%C3%BChrungsinformationen,%20Teil%201.pdf (21.04.26 13:55)
- http://ieim.med.ovgu.de/Study/Zellbiologie/_/1VL,%202026.pdf (21.04.26 13:45)