

# DIE REISE ZU DEN KLEINSTEN TEILCHEN

WIR BEGEBEN UNS AUF DIE SUCHE NACH  
DEN KLEINSTEN BEKANNTEN BAUSTEINEN  
DES UNIVERSUMS – DEN ELEMENTARTEILCHEN.

DAZU BENÖTIGEN WIR VERSCHIEDENE HILFSMITTEL,  
UM IN IMMER KLEINERE DIMENSIONEN VORDRINGEN  
ZU KÖNNEN.

## DER MENSCH

Unsere Reise beginnt in der für uns sichtbaren Welt.

Um unsere Umwelt visuell beobachten zu können, benötigen wir unser Sinnesorgan – das Auge. Die lichtempfindlichen Sinneszellen (Fotorezeptoren) im Inneren des Auges reagieren auf die unterschiedlichen Wellenlängen elektromagnetischer Strahlung aus dem sichtbaren Spektrum. Dieses umfasst die Wellenlängen von 380 - 780 nm (1 Nanometer = ein milliardstel Meter).



Das menschliche Auge kann auf einen Meter Entfernung Linien mit einem Abstand von einem halben Millimeter noch unterscheiden.

+

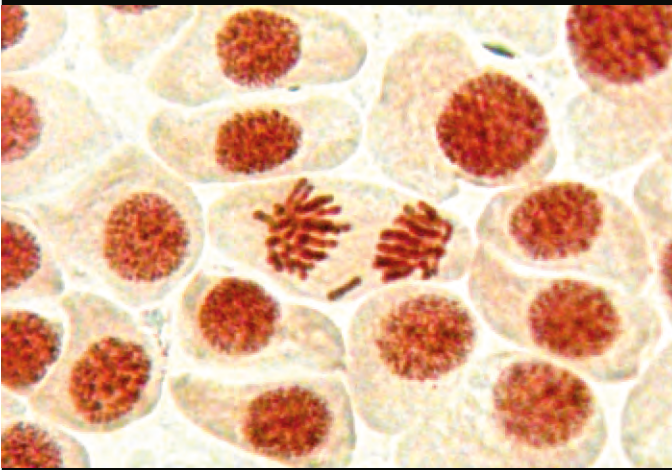
**10<sup>0</sup>**  
= 1 METER



## DIE ZELLE

Wir sind nun an der kleinsten lebenden Einheit aller Organismen angelangt.

Um eine menschliche Zelle beobachten zu können, benötigen wir ein Lichtmikroskop, welches das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges durch die Nutzung optischer Linsen erweitert.



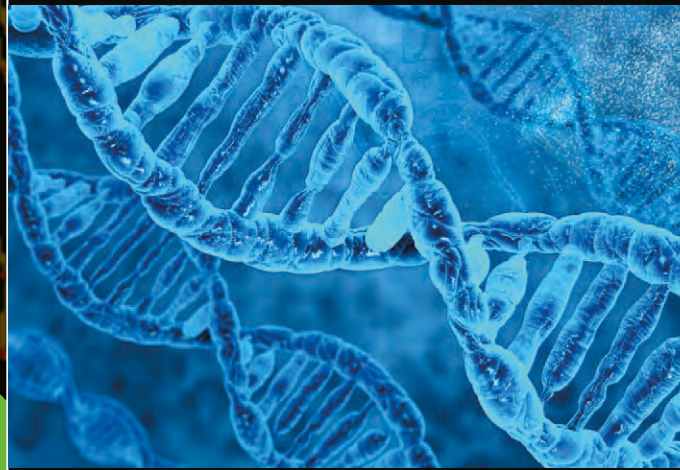
Im Lichtmikroskop lassen sich Strukturen und Objekte voneinander unterscheiden, die 1  $\mu\text{m}$  (1 Mikrometer = ein millionstel Meter) voneinander entfernt sind.

**$10^{-4}$**   
= 0,000 1 METER

## DIE DNA

Willkommen in der Welt der Makromoleküle!

Um die Reise in noch kleinere Dimensionen – wie die des menschlichen Erbguts (DNA) – anzutreten, benötigen wir ein Elektronenmikroskop, das die Oberfläche eines Objekts mittels Elektronen abbildet. Da Elektronen eine sehr viel kleinere Wellenlänge als sichtbares Licht haben, kann eine deutlich höhere Auflösung als bei einem Lichtmikroskop erreicht werden.



Mit dem Elektronenmikroskop lassen sich Objekte voneinander unterscheiden, die ca. 1 nm (Nanometer = ein milliardstel Meter) voneinander entfernt sind.

**$10^{-8}$**   
= 0,000 000 01 METER

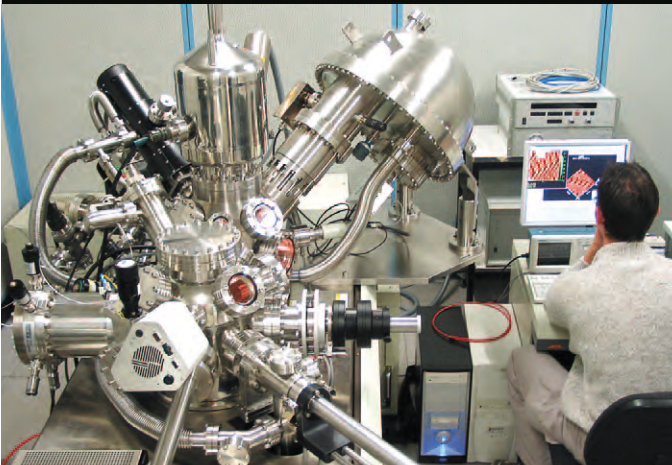
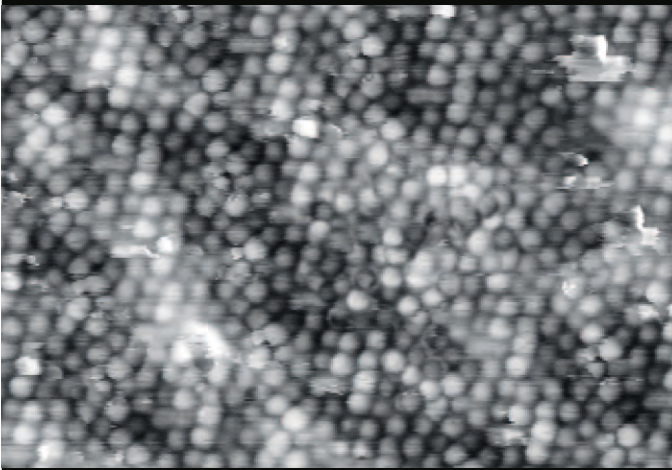


## DAS ATOM

Wir befinden uns nun bei den kleinsten Einheiten aller bekannten Arten von festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen.

Um Einblicke in die Welt der Atome – die in etwa zehnmal kleiner sind als einzelne Moleküle – zu bekommen, bedienen wir uns eines Rastertunnelmikroskops.

Im Rastertunnelmikroskop tastet eine elektrisch leitende Spitze eine Oberfläche im Abstand von wenigen Atomdurchmessern ab. Bei angelegter Spannung zwischen Spitze und Oberfläche führt der wechselwirkende Prozess des quantenmechanischen Tunneleffekts zu einem messbaren Tunnelstrom. Die Ortsabhängigkeit des Tunnelstroms bildet dabei verschiedene physikalische Eigenschaften der Oberfläche ab.

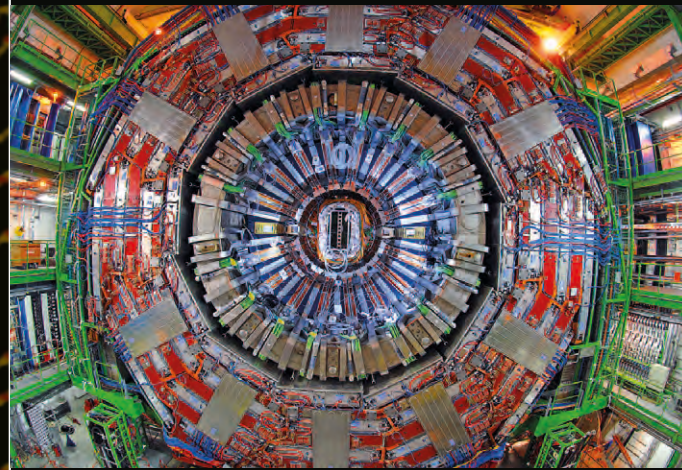
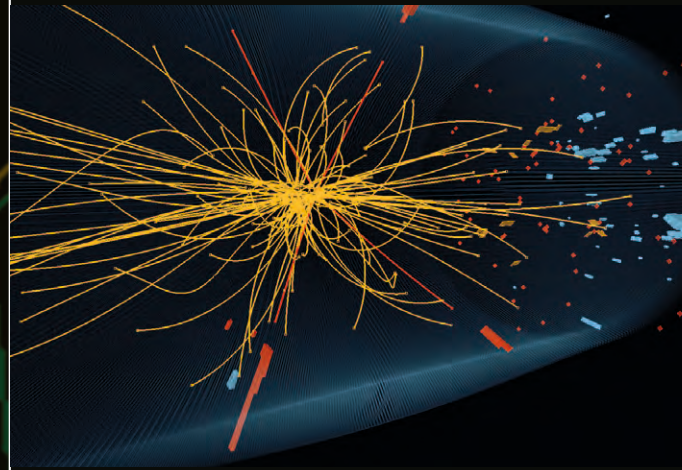


Mit dem Rastertunnelmikroskop können vergleichsweise einfach atomare Prozesse mit einer Auflösung von 0,1 nm (ein Zehntel eines milliardstel Meters) sichtbar gemacht werden.

## DIE ELEMENTARTEILCHEN

Die Reise ist vorläufig an ihrem Ende angelangt. Wir befinden uns in der Welt der kleinsten bekannten Bausteine des Universums, der Elementarteilchen.

Viele Elementarteilchen müssen erst in einem Teilchenbeschleuniger, wie zum Beispiel dem LHC am CERN, erzeugt werden. Dann können sie in hochpräzisen Experimenten wie CMS nachgewiesen werden.



Mit einer Rekordgenauigkeit von 0,1 am (Attometer = ein trillionstel Meter oder ein Milliardstel eines milliardstel Meters) untersuchen die Physikerinnen und Physiker am LHC den Mikrokosmos. Die größte Maschine der Welt ist auf der Suche nach den kleinsten Teilchen des Universums.

**10<sup>-10</sup>**

= 0,000 000 000 1 METER

**10<sup>-15</sup>**

= 0,000 000 000 000 001 METER