

## Arbeitsblätter: Wir dringen in den Mikrokosmos vor

Quelle: Vorstoss in den Mikrokosmos, 300 Jahre Lichtmikroskopie  
gekürzte Version eines Vortrags von Prof. a. D. Dr. Otto Larink, Braunschweig

### Wir dringen in den Mikrokosmos vor ...

### Blatt A

# ... mit blossen Augen und Lupen

#### Ziel:

Vergleiche das, was du mit dem Auge siehst, mit dem, was Lupen, Linsen und Mikroskope hergeben.

#### Vorgehen:

- Nimm dir eine Vogelfeder aus der Schachtel, und betrachte sie mit blossem Auge. Welche Details ihres Aufbaus fallen dir auf? Versuche, davon eine handgrosse Skizze zu erstellen.
- Nimm nun die Lupe, und betrachte die Vogelfeder damit. Welche Details werden damit zusätzlich sichtbar? Kannst du deine Skizze von vorher ergänzen?

Mache weiter mit den Aufträgen auf Blatt C oder, falls du ein Smartphone hast, mit Blatt D.

---

Zur Einheit «Wir dringen in den Mikrokosmos vor» gibt es folgende Blätter:

- Blatt A ... mit blossen Augen und Lupen
- Blatt B ... mit deinem Handy
- Blatt C ... mit Mikroskopen
- Blatt D ... mit dem Handy-Mikroskop
- Blatt E Die Geschichte der Mikroskope

## ... mit deinem Handy

### Ziel:

Vergleiche das, was du mit dem Auge siehst, mit dem, was Lupen, Linsen und Mikroskope hergeben.

### Vorgehen:

- Suche dir ein schönes Objekt aus, und schaue es mit bloßem Auge an. Welche Details fallen dir auf?
- Fotografiere dieses Objekt. Geh so nahe heran, wie deine Smartphone-Kamera dies zulässt. Zoome noch nicht.  
Tipp: Nimm am Anfang ruhige Objekte. Bewegte Objekte sind viel schwieriger scharf abzulichten.  
Prüfe bereits auf dem Smartphone-Bildschirm, ob die Fotos scharf sind.
- Mach danach auch ein paar Fotos, bei denen du deine Smartphone-Kamera voll ausreizt und alle Tricks und Kniffe (und spezielle Apps) nutzt, um ein paar Fotos von einem Ausschnitt deines Objekts zu bekommen. Prüfe auch hier wieder, ob die Fotos scharf sind.

Gelungen? Dann komm hierher zurück, und baue dir ein Smartphone-Mikroskop. Eine genaue Anleitung findest du auf dem Blatt D. Oder betrachte Gegenstände mit dem Mikroskop – dann brauchst du das Blatt C.

---

Zur Einheit «Wir dringen in den Mikrokosmos vor» gibt es folgende Blätter:

- Blatt A ... mit bloßen Augen und Lupen
- Blatt B ... mit deinem Handy
- Blatt C ... mit Mikroskopen
- Blatt D ... mit dem Handy-Mikroskop
- Blatt E Die Geschichte der Mikroskope

## ... mit Mikroskopen

- Lege eine Vogelfeder unter die Optik eines Mikroskops. Es vergrößert rund 40 Mal. Welche Details werden damit sichtbar? Staune, und sieh dich satt.
- Wenn du magst, kannst du eine Skizze erstellen oder die von einem vorherigen Posten ergänzen.

Mit immer stärkeren Mikroskopen betrachteten die Menschen bereits vor mehreren Hundert Jahren die Dinge um sich herum. Wer das Mikroskop letztlich erfunden hat, ist nicht so klar. Sicher gab es einen Antonie van Leeuwenhoek, der mit selbst geschliffenen Linsen ähnliche Dinge beobachtete wie du gerade vorhin. Genaueres erfährst du auf dem Blatt E.

---

Zur Einheit «Wir dringen in den Mikrokosmos vor» gibt es folgende Blätter:

- Blatt A ... mit blossen Augen und Lupen
- Blatt B ... mit deinem Handy
- Blatt C ... mit Mikroskopen
- Blatt D ... mit dem Handy-Mikroskop
- Blatt E Die Geschichte der Mikroskope

# ... mit dem Smartphone- Mikroskop

Wir bauen dein Smartphone mit einer zusätzlichen Linse zu einem Smartphone-Mikroskop um. Das geht so:

- Besitzt du ein iPhone 4, 5 oder 6? Dann kannst du es dir ganz einfach machen und entweder ein Linsenbauteil aufstecken oder dein Smartphone in eine Hülle mit Linse stecken. Schon fertig ...
- Du willst es dir nicht so einfach machen, oder du besitzt kein iPhone? Auch kein Problem.  
Du findest hier eine Reihe von Linsen, kleinere und grössere. Befestige eine solche Linse zentriert vor deine Smartphone-Linse. Wie du das machst, spielt keine Rolle. Am einfachsten geht es, wenn du doppelseitiges Scotchklebeband benutzt. Das hält und lässt sich hinterher ohne Rückstände entfernen. Pass auf, dass du keine Fingerabdrücke auf dem Klebeband oder auf den Linsen produzierst. Die würden nachher das Bild stören.
- Und nun: Ab auf die Fotosafari im Mikrokosmos! Viel Spass!
- Fehlen dir Ideen für Motive? Mit dem Smartphone echte Pflanzenzellen aufnehmen? Das geht ... Probiere es mit Zwiebel- oder Rhabarberhaut.

---

Zur Einheit «Wir dringen in den Mikrokosmos vor» gibt es folgende Blätter:

- Blatt A ... mit blossen Augen und Lupen
- Blatt B ... mit deinem Handy
- Blatt C ... mit Mikroskopen
- Blatt D ... mit dem Handy-Mikroskop
- Blatt E Die Geschichte der Mikroskope

# Die Geschichte der Mikroskope

Das menschliche Auge ist ein ausserordentlich feines Sinnesorgan. Geht man von der normalen Sehweite von 25 cm aus, so vermag es (mit geringen Schwankungen) sieben Linien pro Millimeter zu unterscheiden. Dieser Wert kann bei geringerem Abstand noch deutlich unterschritten werden. Es werden also Gegenstände unterscheidbar im Bereich von 1/10 mm, entsprechend 100  $\mu\text{m}$ , und das entspricht einem Sehwinkel von etwa 2' (Bogenminuten), also dem 30. Teil eines Grades.

Bei einer einzelnen Linie, kontrastreich schwarz auf weissem Grund, ist die Erkennbarkeit noch deutlich niedriger und erreicht Werte von etwa 10  $\mu\text{m}$ . Dies muss jedoch als ein Sonderfall betrachtet werden.

Erste Bilder von vergrösserten Objekten haben die Menschen sicherlich vor Jahrtausenden schon gemacht, ermöglicht durch die Linsenwirkung eines Tropfens. Von der Kenntnis dieses Phänomens wird schon im Altertum berichtet, zum Beispiel von mit Wasser gefüllten Glaskugeln und ihrer vergrössernde Wirkung. Aber die alten Kulturvölker hatten die Nutzung dieser Effekte noch nicht erkannt. Die Araber waren die Ersten, die vor etwa 1'000 Jahren die

Wirkung von Linsen untersuchten und beschrieben.

Die Möglichkeit einer Sehhilfe wird erstmals im Jahr 1267 durch den englischen Gelehrten und Franziskaner Roger Bacon <sup>1</sup> beschrieben. Brillen kamen dann in den folgenden Jahrhunderten in Gebrauch. Man lernte, Gläser zu schleifen und zu polieren, Verfahren, die schon aus der Schmuckproduktion bekannt waren.

Im 17. Jahrhundert mehren sich dann rasch Berichte über den Einsatz von Lupen und über Beobachtungen, die man dabei machte. René Descartes veröffentlichte im Jahr 1637 Baupläne eines einfachen Mikroskops, das aus einer Linse (Lupe) bestand, aber durch eine raffinierte Spiegelanordnung schon einen komplizierten Beleuchtungsapparat aufwies, der eine Auflichtbetrachtung ermöglichte.

Schon 26 Jahre davor, im Jahr 1611, sollen die beiden holländischen Brillenmacher Johannes und Zacharias Janssen das zusammengesetzte Mikroskop erfunden haben, indem sie zwei Linsen kombinierten, wodurch sich deren Leistung erhöhte. Auch Galileo

---

<sup>1</sup> Siehe auch: <http://www.spaceship-earth.de/Biograph/Bacon.htm>

Zur Einheit «Wir dringen in den Mikrokosmos vor» gibt es folgende Blätter:

- Blatt A ... mit blossen Augen und Lupen
- Blatt B ... mit deinem Handy
- Blatt C ... mit Mikroskopen
- Blatt D ... mit dem Handy-Mikroskop
- Blatt E Die Geschichte der Mikroskope

Galilei wird hier genannt, der durch eine Variation des nach ihm benannten Fernrohrs Vergrößerungen im Nahbereich ermöglichte.

Von wesentlicher Bedeutung waren aber erst die Beschreibungen und Untersuchungen von Robert Hooke<sup>2</sup>, der im Jahr 1665 die Darstellung eines Stückchens Kork veröffentlichte und auswertete.

Die ersten Mikroskopiker hatten natürlich grosse Schwierigkeiten. Sie mussten ihre Geräte selber bauen, das heisst insbesondere ihre Linsen selbst schleifen. Der Meister der Konstruktion und ihrer Nutzung war der Holländer Antonie van Leeuwenhoek<sup>3</sup>, der von 1632 bis 1723 lebte und aus heutiger Sicht Unglaubliches leistete. Es ist bekannt, dass Leeuwenhoek mehr als 500 seiner einfachen, aber doch sinnreichen Instrumente selbst baute. In zahlreichen Briefen teilte er seine Ergebnisse der Royal Society in London mit, wo sie zum Teil veröffentlicht wurden. Die winzigen Linsen, von denen jeweils eine zwischen zwei Metallplatten befestigt war, schiff Leeuwenhoek selbst. Er schwieg sich aber offenbar bewusst darüber aus, wie er es machte. Vermutlich benutzte auch er folgende Methode, die von anderen Mikroskopikern seiner Zeit bekannt wurde: An einem Glasrohr wurde in der Mitte ein Glasballon geblasen und das hintere Ende abgeschmolzen. Es blieb dann ein kleiner «Glastropfen» als linsenartige

Verdickung bestehen, der aus dem Glasballon herausgebrochen werden konnte.

Auf diese Weise kann man Linsen mit sehr kurzer Brennweite erhalten. Von den zahlreichen Mikroskopen Leeuwenhoeks sind einige erhalten geblieben. Eine neue Untersuchung dieser Instrumente zeigt ihre erstaunliche Leistung. Die Mehrzahl von Leeuwenhoeks Linsen ermöglichte eine fast 100fache Vergrößerung. Das «Spitzenmodell», das im Museum in Utrecht aufbewahrt wird, hat eine Brennweite von weniger als einem Millimeter und damit eine Vergrößerungsleistung von 266 Mal. Das Auflösungsvermögen liegt bei 1,35  $\mu\text{m}$  (1/700 mm).

Leeuwenhoek beschrieb als erster Mikroskopiker Einzeller, aber auch Spermatozoen, die Querstreifung von Muskelfasern, Bakterien, Blutkörperchen und Kapillaren, die Strukturen von Schimmel und Staub, von Holz und Metall. Man muss sich dabei vor allem vergegenwärtigen, dass dies ja alles «echtes» Neuland war. Wir haben über die Existenz all dieser Dinge schon in der Schule etwas gehört. Er aber durfte sie als Erster neu entdecken, beschreiben und interpretieren.

Leeuwenhoek war ein Eigenbrötler, der seine praktischen Kenntnisse und Fähigkeiten leider nicht weitergab, obwohl er zum Beispiel vom deutschen Philosophen Gottfried Wilhelm Leibniz aufgefordert wurde, eine Schule für mikroskopische Forschung zu gründen.

---

<sup>2</sup> Siehe auch: <http://www.spaceship-earth.de/Biograph/Hooke.htm>

<sup>3</sup> Siehe auch: <http://www.spaceship-earth.de/Biograph/Antonvan.htm>

---

Zur Einheit «Wir dringen in den Mikrokosmos vor» gibt es folgende Blätter:

- Blatt A ... mit blossen Augen und Lupen
- Blatt B ... mit deinem Handy
- Blatt C ... mit Mikroskopen
- Blatt D ... mit dem Handy-Mikroskop
- Blatt E Die Geschichte der Mikroskope

Die Veröffentlichungen der leeuwenhoekschen Untersuchungen strahlten aber doch aus und regten weitere Mikroskopiker an, sich mit dem Mikrokosmos zu beschäftigen und neue Instrumente zu entwickeln.

Aus Italien kommt um die Mitte des 17. Jahrhunderts der Name «Mikroskop». Der Arzt und Naturforscher Marcello Malpighi<sup>4</sup> entdeckte hier die nach ihm benannten Strukturen in der Niere und die schlauchförmigen Exkretionsorgane der Insekten.

---

<sup>4</sup> Siehe auch: <http://www.spaceship-earth.de/Biograph/Malpighi.htm>

---

Zur Einheit «Wir dringen in den Mikrokosmos vor» gibt es folgende Blätter:

- Blatt A ... mit blossen Augen und Lupen
- Blatt B ... mit deinem Handy
- Blatt C ... mit Mikroskopen
- Blatt D ... mit dem Handy-Mikroskop
- Blatt E Die Geschichte der Mikroskope