

BIG B4NG Challenge, 21. Wettbewerb Aufgabe 4

„Under my skin“ – mit Mikroskopen in die Haut schauen

Diese Aufgabe wird vom Niedersächsischen Zentrum für Biomedizintechnik, Implantatforschung und Entwicklung (NIFE) gestellt. Weitere Informationen über das Zentrum findet ihr auf:

<https://nife-hannover.de/>

Je mehr wir über die Welt wissen, desto weiter richtet sich der Blick weg von einer strengen Zuteilung von Themenbereichen zu wissenschaftlichen Disziplinen. Stattdessen wird zunehmend in den Grenz- und Überschneidungsbereichen geforscht, z. B. der Biomedizin oder Biophysik. Hierbei wird das Wissen über Methoden und grundlegende Zusammenhänge genutzt, um Fragestellungen anderer Bereiche zu bearbeiten. Dies passiert praktisch zum Beispiel im Niedersächsischen Zentrum für Biomedizintechnik, Implantatforschung und Entwicklung (NIFE), an dem verschiedene Wissenschaftler*innen der verschiedenen hannoverschen Hochschulen zusammen interdisziplinäre Fragestellungen bearbeiten.

Insbesondere in der medizinischen Diagnostik bietet sich dabei der Blick auf die physikalischen Grundlagen an. In der Feststellung von Erkrankungen spielen Analysen von Gewebe und Zellen eine wichtige Rolle. Seit der Weiterentwicklung von Linsen im 16. Jahrhundert können hierfür auch Mikroskope verwendet werden. Die einfachsten bestanden aus einer einzelnen Linse, wie das rechts abgebildete Leeuwenhoek-Mikroskop aus dem späten 16. Jahrhundert (Nachbau). Auch heute noch werden solche einfachen Aufbauten wie das in der Hautkrebsvorsorge verwendete Dermatoskop, das als Auflichtmikroskop funktioniert, genutzt.

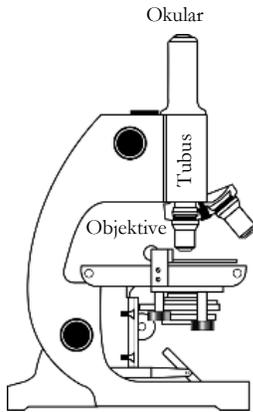


Quelle: wikimedia

Aufgabe 1 Die Lupe als einfachstes Mikroskop (8 Punkte)

Veränderungen der Haut können gutartig (wie Leberflecken) oder bösartig sein (z. B. schwarzer Hautkrebs = Melanom). Sie unterscheiden sich in ihrem strukturellen Aufbau von gesunder Haut – egal ob gut oder böse. Zur Beurteilung von Hauterscheinungen werden sie mithilfe eines Dermatoskops vergrößert untersucht.

- 1.a Beschreibt den Aufbau eines Dermatoskops in wenigen Sätzen, macht gerne eine Skizze. Welche wesentlichen Bestandteile sind auch bei verschiedenen Bauweisen immer vorhanden?
- 1.b Bösartige Veränderungen der Haut haben bestimmte Eigenschaften, die sie von gesunder Haut (und gutartigen Veränderungen) unterscheiden. Was macht eine Veränderung bösartig?
- 1.c Nennt strukturelle Kriterien, die eine Hautveränderung für Hautkrebs verdächtig machen. Gibt es eine Faustregel?
- 1.d Benennt drei verschiedene Formen von Hautkrebs. Welche lässt sich auflichtmikroskopisch am besten diagnostizieren? Warum ist das so?



Aufgabe 2 Mikroskope als Linsensysteme (12 Punkte)

In dieser Aufgabe wollen wir uns mit etwas komplexeren Mikroskopen beschäftigen, die aus zwei (oder mehr) Linsen bestehen. Die erste Linse, durch die mit dem Auge geschaut wird, ist das Okular. Die zweite, welche zur Probe gerichtet ist, heißt Objektiv. Das Rohr, in dem beide Linsen montiert sind, nennt sich Tubus.

2.a Baut ein solches Mikroskop aus mindestens zwei Linsen selbst, nutzt hierzu gerne Bauteile aus eurer Physiksammlung in der Schule. Dokumentiert euren Aufbau mit einem Foto und beschriftet die Bauteile.

2.b Zeichnet und beschreibt für euren Aufbau den Strahlengang von der untersuchten Probe durch die Linsen zu euren Augen.

2.c Berechnet die Vergrößerung und den Abbildungsmaßstab für euer selbstgebautes Mikroskop. Vermerkt die zur Berechnung verwendeten Größen in eurer Skizze aus 2.b. Gibt es eine Möglichkeit, die berechnete Vergrößerung über eine Messung zu kontrollieren?

$$\text{Vergrößerung} \quad V = \frac{t * Bw}{f_{\text{Objektiv}} * f_{\text{Okular}}} \quad t = \text{Tubuslänge}, f = \text{Brennweite}$$

Anmerkung: Die Bezugssehweite (Bw) wird mit 25 cm angenommen, da hier ein normalsichtiges Auge am schärfsten sieht.

2.d Schaut euch z. B. ein frisches Salatblatt unter dem selbstgebauten Mikroskop an und zeichnet, was ihr seht.

2.e In den bisherigen Aufgaben wurde Lichtmikroskopie betrachtet. Erklärt kurz, wie im Gegensatz hierzu Fluoreszenzmikroskopie funktioniert. Welche Probleme/Einschränkungen gibt es?

Aufgabe 3 Komplexere Mikroskopie am Beispiel des Dermatofluoroskops (basiert auf Multiphotonenmikroskopie) (10 Punkte)

Zum Abschluss dieses Ausflugs in die Biophysik wagen wir einen Ausblick in komplexere Fluoreszenzprozesse. Auch diese werden zur Diagnostik von Hauterscheinungen angewendet.

3.a Beschreibt in wenigen Sätzen, wie Multiphotonenprozesse und die darauf basierende Multiphotonenmikroskopie (MPM) funktionieren. Wer mag, darf die Beschreibung auch gern mit einer Skizze versehen.

3.b Die Wahrscheinlichkeit, dass zwei oder mehr Photonen gleichzeitig absorbiert werden, ist sehr gering. Zur Vorstellung: Bei strahlendem Sonnenschein wird etwa ein Photon pro Sekunde absorbiert. Dass gleichzeitig zwei Photonen bei gleichen Bedingungen absorbiert werden, passiert etwa alle 10 Millionen Jahre. Wie kann man diese Prozesse trotzdem für die in 3.a beschriebene Mikroskopie verwenden?

3.c Nennt drei Vorteile, die dadurch im Vergleich zur Fluoreszenzmikroskopie entstehen. Warum ist dies so?

3.d Welcher Effekt wird bei der Dermatofluoroskopie außerdem ausgenutzt (Stichwort Autofluoreszenz)? Warum wird er zur Hautkrebserkennung mit der MPM kombiniert (d. h. warum reicht „normale“ Fluoreszenzmikroskopie nicht aus)?

3.e Welche weiteren menschlichen Gewebebestandteile zeigen Autofluoreszenz? Wird dies diagnostisch genutzt?

Multiphotonenmikroskopie wird auch in der Forschung zur Bildgebung von Gewebe oder Zellverbänden genutzt; z. B. auch in der Arbeitsgruppe Biophotonik im NIFE (<https://www.iqo.uni-hannover.de/de/arbeitsgruppen/biophotonics/>). Teile der Forschung in dieser Arbeitsgruppe werden u. a. durch das DFG-geförderte Clinician Scientist Programm PRACTIS gefördert.

Viel Erfolg bei der Bearbeitung der vierten Aufgabe!

Allgemeine Hinweise

Einsendeschluss: Sonntag, 06. Februar 2022, 19:59 Uhr.

Gebt eure Lösungen über unser Portal ab: <https://unikik-portal.de/anmeldungen/users/login>

Das zulässige Dateiformat für die zusammengeschriebene Lösung (mit eingebetteten Bildern) ist PDF.

Die Dateien sollten nicht größer als 7,5 MB sein (die Dateien können gezippt sein)! Bitte gebt auch euren Teamnamen, die Namen der Gruppenmitglieder sowie deren Schulen an. Bitte benennt eure hochgeladenen Dateien nach dem Gruppennamen.

ACHTUNG bei Zip-Dateien! Um sicherzugehen, dass eure Dateien wirklich fehlerfrei und für die Korrekto-
rinnen und Korrektoren zu öffnen sind, solltet ihr eure Zip-Dateien etc. noch mal von eurem Account her-
unterladen und öffnen. Dateien, die sich nicht öffnen lassen, können nicht bewertet werden!

Die Teilnahmebedingungen und weitere Informationen findet ihr unter:

www.uni-hannover.de/bigbangchallenge

Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.