

Wohin fliegen Fliegen?

Phototaxis versus Geotaxis

Experiment zum Verhalten von *Drosophila melanogaster*

„Wenn Fliegen hinter Fliegen fliegen, fliegen Fliegen hinter Fliegen her.“

Doch was genau veranlasst Fliegen irgendwohin zu fliegen?

Licht, Futter, Wärme...?

Alle Fragen können wir heute sicher nicht beantworten, aber untersuchen wollen wir, ob Fliegen zum Licht hin oder weg davon (Phototaxis) und/oder zur Erde hin oder weg davon (Geotaxis) fliegen.

Ihr bekommt dafür zwei Fliegenstämme: Einen Wildtyp-Fliegenstamm und einen Stamm, der eine Mutation aufweist.

Eure Aufgabe ist es herauszufinden, was es mit dem Mutanten-Stamm hinsichtlich seiner Photo- und Geotaxis auf sich hat. Welches Gen ist wohl defekt?



Der Modellorganismus *Drosophila melanogaster*

Die Taufliege *Drosophila melanogaster*, wörtlich übersetzt die „Tau-Liebende, Schwarzbäuchige“, ist vor allem durch ihr Vorkommen auf verdorbenem Obst bekannt. Mit ihren leuchtend roten Augen umschwirren rund 3000 Arten der kleinen Taufliegen faulende Pflanzenreste auf der ganzen Welt. Dort haben sie es vor allem auf die Hefezellen abgesehen, die zur „Reifung“ und „Fäulnis“ der Früchte beitragen. Die „wissenschaftliche Karriere“ von *D. melanogaster* begann schon vor über 100 Jahren, als der Zoologe und Genetiker Thomas Hunt Morgan sie zu *dem* Versuchstier der klassischen Genetik machte. Mit Hilfe von Mutanten erforschte er in zahllosen Kreuzungsversuchen die Anordnung der Gene auf den Chromosomen. Zum Glück besitzt *Drosophila* nur vier Chromosomenpaare, aber immerhin 14.000 Gene. Seit dem Jahr 2000 ist das Genom von *D. melanogaster* vollständig sequenziert und sie gilt als einer der weltweit am genauesten untersuchten Organismen. Aufgrund der einfachen Haltungsbedingungen, ihres schnellen Entwicklungszyklus und der großen Zahl an Nachkommen ist die etwa 3 mm große Fliege auch heute noch ein gern genutztes Forschungsobjekt. Die von dem Modellorganismus gewonnen Erkenntnisse lassen sich teilweise auch auf den Menschen übertragen und werden aktuell zum Beispiel zur Erforschung von Krebs und neurodegenerativen Erkrankungen wie Morbus Alzheimer verwendet. So weisen zum Beispiel 75% der Gene,

die im Menschen eine Erbkrankheit hervorrufen, ein entsprechendes Gen in *Drosophila* auf! (Reiter et al., 2001, Genome Res. 11: 1114-1125)

Was versteht man unter Phototaxis und Geotaxis?

Taxien bezeichnen ganz allgemein durch Reize ausgelöste und von der Reizrichtung abhängige Bewegungen von freibeweglichen Organismen. Eine Bewegung zum Reiz hin wird positive, eine Bewegung von der Reizquelle weg negative Taxis genannt. Wir wollen heute die Photo- und die Geotaxis von *Drosophila melanogaster* näher untersuchen. Als Phototaxis wird die Bewegung zum Licht hin beziehungsweise weg davon bezeichnet, während die Geotaxis Bewegungen der Fliegen im Bezug zur Erdanziehung (nach unten bzw. weg davon, nach oben) beschreibt.

Frage: Kennt ihr noch andere Taxien?

Die Komplexaugen der Fliegen

Fruchtfliegen besitzen Komplexaugen, die aus über 800 einzelnen Einheiten, den Ommatidien, bestehen. Damit können die Fliegen ihre Umgebung auch während des Fluges in einer sehr hohen zeitlichen Auflösung wahrnehmen. Jedes Ommatidium hat eine eigene Linse und 8 photorezeptive Zellen. Alle Ommatidien zusammen liefern Informationen über die gesamte Umgebung, ähnlich wie Pixel auf einem Kamerachip oder Teile eines Mosaiks. Das Wahrnehmungsspektrum der Fruchtfliegen umfasst Wellenlängen von 300 nm bis 550 nm - im Gegensatz zu uns Menschen besitzen die Fliegen dementsprechend Rezeptoren für UV-Licht, wohingegen sie rotes Licht nicht wahrnehmen können.

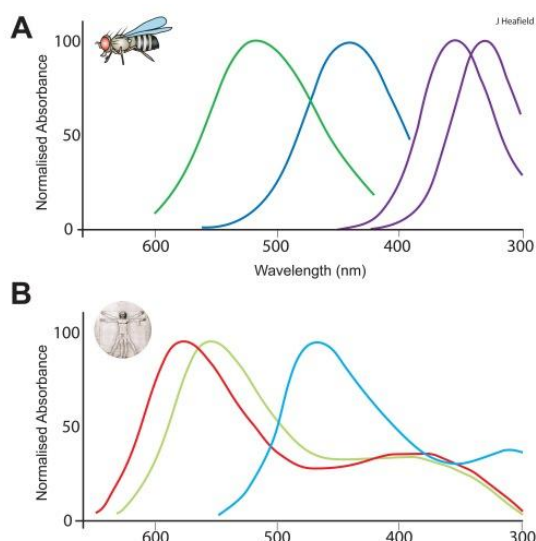


Abb. 1. Ein Vergleich zwischen den Rhodopsinen von A) *Drosophila* und B) Menschen.
(Quelle: <https://droso4schools.wordpress.com/15-vision>)

Wohin fliegen Fliegen?

Eine Frage zum Wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn

Beobachtung: Taufliegen umschwirren die Obstschale, aber man findet sie auch an der Wand oder sonst irgendwo im Zimmer sitzen. Was sind neben Futter (Geruchssinn) noch Reize, die Fliegen in ihrem Flug beeinflussen?

Hypothese: Könnte es sein, dass Licht oder die Gravitation Einfluss auf die Flugrichtung der Fliegen haben?

Die Fragestellung:

- 1.) Orientieren sich Fliegen eher weg von der Erde (nach oben) oder lieber nach unten zur Erde hin? (negative oder positive Geotaxis?)
- 2.) Orientieren sich Fliegen eher zum Licht hin oder eher weg davon (positive oder negative Phototaxis)
- 3.) Was ist stärker, Phototaxis oder Geotaxis

Wie könnt ihr mit Hilfe dieser Fragestellungen erkennen, ob eure Hypothese richtig oder falsch ist?

Erweiterte Fragestellung:

Für das Experiment stehen euch wildtypische Fliegen und zusätzlich ein mutanter Fliegenstamm mit dem Namen *sevenless* zur Verfügung. Könnt ihr herausfinden, welchen Defekt die *sevenless*-Mutante hinsichtlich „Geotaxis versus Phototaxis“ aufweist?

Versuchsmaterial:

Ihr bekommt pro Gruppe je zwei vorbereitete Plastik-Röhrchen mit Fliegen ausgehändigt. Die eine Röhre enthält die oben genannten Wildtyp-Fliegen, in der anderen befindet sich die Fliegen mit der *sevenless*-Mutation.

Ihr bekommt LEDs mit unterschiedlichen Farben: Weißlicht, blaues Licht und UV-Licht.

SICHERHEITSHINWEIS:

In manchen Versuchsteilen kommt UV-Licht zum Einsatz. Bitte verwendet während dieser Schritte die beigegefügte Schutzplatte aus Plexiglas und gebt darauf Acht, nicht direkt in die Lichtquelle zu schauen, da UV-Licht Netzhaut und Linse schädigen kann. Die betroffenen Versuchsschritte sind nachfolgend noch einmal gesondert gekennzeichnet.

Praxisteil – Experimentiervorschlag

Experiment 1: waagerecht bei Tageslicht

Klopft zunächst die Fliegenröhrchen senkrecht auf den Tisch, bis sich alle Fliegen am unteren Ende der Gefäße befinden.

Legt die Röhren **waagerecht** bei **Tageslicht** auf den Tisch. Wo befinden sich die Fliegen nach 2 Min.? Protokolliert eure Beobachtung:

Wildtyp: _____

sevenless: _____

Experiment 2: waagerecht im Dunkeln

Klopft zunächst die Fliegenröhrchen senkrecht auf den Tisch, bis sich alle Fliegen am unteren Ende der Gefäße befinden.

Legt die Röhren **waagerecht** im **Dunkeln** auf den Tisch. Wo befinden sich die Fliegen nach 2 Min.? Protokolliert eure Beobachtung:

Wildtyp: _____

sevenless: _____

Experiment 3: waagerecht im Dunkeln plus Weißlicht

Legt das Fliegenröhrchen **waagerecht** im **Dunkeln** auf den Tisch. *Klopft es leicht auf und wartet kurz, bis sich die Fliegen verteilt haben.* Platziert an ein Ende der Röhren eine Lichtquelle mit **Weißlicht**. Wo befinden sich die Fliegen nach 2 Min.? Protokolliert eure Beobachtung:

Wildtyp: _____

sevenless: _____

Experiment 4: waagerecht im Dunkeln plus Blaulicht

Legt das Fliegenröhrchen **waagerecht** im **Dunkeln** auf den Tisch. *Klopft es leicht auf und wartet kurz, bis sich die Fliegen verteilt haben.* Platziert an ein Ende der Röhren eine Lichtquelle mit **Blaulicht**. Wo befinden sich die Fliegen nach 2 Min.? Protokolliert eure Beobachtung:

Wildtyp: _____

sevenless: _____

Experiment 5: waagrecht im Dunkeln plus UV-Licht

Achtung UV-Licht! Nicht direkt in die Lichtquelle schauen und Schutzplatte aus Plexiglas verwenden

Legt das Fliegenröhrchen **waagrecht** im **Dunkeln** auf den Tisch. *Klopft es leicht auf und wartet kurz, bis sich die Fliegen verteilt haben.* Platziert an ein Ende der Röhren eine Lichtquelle mit **UV-Licht**. Wo befinden sich die Fliegen nach 2 Min.? Protokolliert eure Beobachtung:

Wildtyp: _____

sevenless: _____

Experiment 6: senkrecht bei Tageslicht

Klopft die Fliegenröhrchen senkrecht auf den Tisch, bis sich alle Fliegen am unteren Ende der Gefäße befindet. Stellt die Röhren **senkrecht** bei **Tageslicht** auf den Tisch. Wo befinden sich die Fliegen nach 2 Min.? Protokolliert eure Beobachtung:

Wildtyp: _____

sevenless: _____

Experiment 7: senkrecht im Dunkeln

Klopft die Fliegenröhrchen senkrecht auf den Tisch, bis sich alle Fliegen am unteren Ende der Gefäße befindet. Stellt die Röhren **senkrecht** im **Dunkeln** auf den Tisch. Wo befinden sich die Fliegen nach 2 Min.? Protokolliert:

Wildtyp: _____

sevenless: _____

Experiment 8: senkrecht im Dunkeln unten UV-Licht

Achtung UV-Licht! Nicht direkt in die Lichtquelle schauen und Schutzplatte aus Plexiglas verwenden

Stellt die Röhren **senkrecht** im **Dunkeln** auf die ausgeschaltete Lichtquelle mit **UV-Licht**, *wartet kurz bis sich die Fliegen verteilt haben.* Schaltet das UV-Licht an. Wo befinden sich die Fliegen nach 2 Min.? Protokolliert:

Wildtyp: _____

sevenless: _____

Aufgabe:

1. Fasst kurz eure Ergebnisse zusammen.
2. Formuliert ein kurzes Fazit zum photo- und geotaktischen Verhalten von *Drosophila melanogaster*.
3. Stellt Vermutungen an, was die *sevenless*-Mutation bei *Drosophila* bewirken könnte.
4. Habt ihr weitere Experimentideen?

Zusatzmaterial:

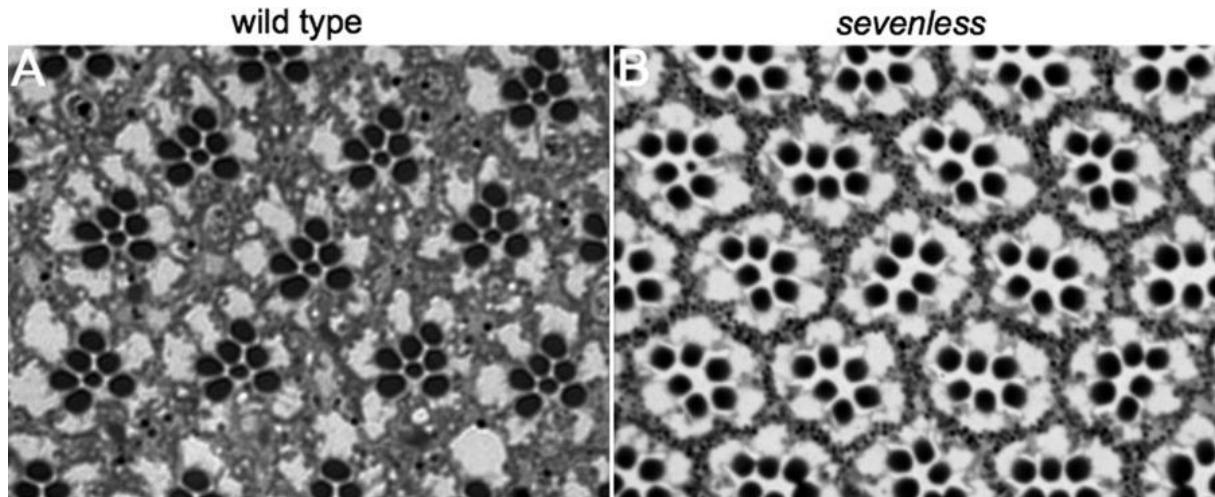


Abb. 2 Lichtmikroskopische Aufnahmen von Wildtyp- und *sevenless*-Retina. Im Wildtyp-Auge sind 7 Fotorezeptoren pro Ommatidium zu sehen, während im *sevenless*-Auge nur 6 Fotorezeptoren erkennbar sind. Eine weitere Fotorezeptorzelle (R8) sitzt unsichtbar unterhalb der hier dargestellten Ebene.

(Quelle: <https://anatomypubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/dvdy.23707>)