

MODELLORGANISMEN IN DER BIOLOGIE

Bestimmte Bakterien, Viren, Pilze, Pflanzen oder Tiere weisen Merkmale auf, die sie besonders geeignet für die biologische oder biomedizinische Forschung machen. Zu diesen Merkmalen gehören u.a. eine verhältnismäßig kurze Lebensspanne, kurze Generationszeit, allgemeine Verfügbarkeit sowie geringe Kosten für Anschaffung und Kultivierung. So ist beispielsweise ein Bakterium, das sich innerhalb von Stunden vermehrt, wenig Platz benötigt und selbst in großen Massen wenig kostet, ein ideales Studienobjekt.

Zudem muss zwischen Modellorganismen in der Wildnis und im Labor unterschieden werden. Die meisten klassischen Modellorganismen werden unter Laborbedingungen studiert, wildlebende Arten sind dagegen oftmals in ihrer Verbreitung begrenzt und schwerer zu beobachten. Im besten Fall lassen sich an Modellorganismen gewonnene Erkenntnisse auf andere Arten übertragen.

Die folgenden **Steckbriefe** stellen Ihnen **ausgewählte Modellorganismen** vor, die an der Fakultät für Biologie studiert werden:

Verhaltensökologie

Kohlmeise (*Parus major*)



Die Kohlmeise gehört zu den am häufigsten studierten Vogelarten in der Verhaltensbiologie. Sie wird zwar in Einzelfällen auch im Labor gehalten, meistens jedoch in der Wildnis studiert. Die Kohlmeise kommt in ganz Eurasien vor und nutzt Nistkästen als Brutplatz. Dadurch können Brutpaare während der Brutsaison beobachtet und verschiedenste Merkmale erfasst werden.

Oftmals wird die Kohlmeise auch im Zusammenhang mit Fragestellungen zum Klimawandel untersucht, da die Häufigkeit ihrer Hauptnahrungsquellen von der Temperatur im Frühling abhängt. An der LMU wird vor allem erforscht, wie sich Individuen voneinander unterscheiden, wie sich diese Unterschiede auswirken und wodurch diese Unterschiede erhalten bleiben.

Feldgrille (*Gryllus campestris*) / Mittelmeergrille (*Gryllus bimaculatus*)



Grillen eignen sich als Modellorganismen sowohl im Labor als auch in der Wildnis. Männchen kämpfen um Territorien und „singen“ dann, um Weibchen anzulocken. Dadurch sind sie geeignete Studienobjekte für die Themen *Sexuelle Selektion* und *Soziale Interaktionen*.

An der Biologie der LMU laufen aktuell mehrere Forschungsprojekte an Grillen. Dabei wird z.B. untersucht, in welche Merkmale Männchen investieren, um ihren Fortpflanzungserfolg zu erhöhen oder ob es Individuen gibt, die besonders sensibel auf das Verhalten ihrer Artgenossen reagieren.

Listspinne (*Pisaura mirabilis*)



Diese Spinnenart weist mehrere interessante Verhaltensweisen auf. Zum einen bieten Männchen dem Weibchen ein in Spinnenseide gewickeltes „Geschenk“ (meist ein Insekt) an, um sich mit ihr zu paaren. Dabei können Männchen auch wertlose Geschenke, d.h. Nahrungsreste oder Pflanzenbestandteile, anbieten, was ihnen eine verkürzte, aber „billigere“ Paarung ermöglicht.

Zusätzlich zeigen Männchen während der Paarung unter Umständen die sogenannte „Thanatose“, d.h. sie stellen sich tot, halten aber am Geschenk fest. Dadurch können Männchen aggressives Verhalten des Weibchens auslösen und die Paarung im Anschluss fortsetzen.

An der LMU wird untersucht, welche Faktoren diese Verhaltensweisen beeinflussen und welche Konsequenzen sie z.B. auf die Fortpflanzungsfähigkeit der Tiere haben.

Aquatische Ökologie

Großer Wasserfloh (*Daphnia magna*)



Die Fortbewegung dieser Krebstiere erfolgt durch ein gegliedertes, kräftiges Antennenpaar in ruckartiger Form, daher auch der deutsche Populärname *Wasserfloh*. Ein weiteres wesentlich kürzeres Antennenpaar dient als Sinnesorgan mit Chemorezeptoren an feinen Härchen (Aesthetasken). Männchen tragen eine zusätzliche Borste als Tastorgan. Eine Schale (Carapax) umgibt den Körper samt "Beinen", die mit langen Filterborsten besetzt sind und rhythmisch schlagend teils als Kiemen fungieren, aber auch zur Nahrungsaufnahme genutzt werden.

Wasserflöhe besitzen zwei Augentypen: ein großes, bewegliches Komplexauge mit zahlreichen Kristallkegeln, das in der Embryonalentwicklung aus paarigen Anlagen entsteht, und zusätzlich ein einfach gebautes

Naupliusauge, das dicht am Gehirn sitzt.

Die Lebenserwartung beträgt 50 bis 85 Tage. Die zu den Kleinkrebsen gehörenden Daphnien vermehren sich vorwiegend parthenogenetisch, haben eine kurze Generationszeit und sind leicht im Labor zu halten, was sie zu beliebten Modellorganismen in der Forschung machen. Sie reagieren auf Schadstoffe recht empfindlich, da sie zur Nahrungsaufnahme große Mengen an Wasser filtrieren. Daher eignen sie sich besonders gut für Toxizitätstests (*Daphnientest*).

Grünalge *Chlamydomonas reinhardtii*



Diese einzellige Grünalge besitzt zwei lange Geißeln, die sie zur Fortbewegung nutzt. Ihr oft urnenförmiger Chloroplast enthält ein oder mehrere Pyrenoide, in denen vorwiegend Kohlendioxid gespeichert wird.

Chlamydomonas besitzt einen Augenfleck und weist phototaktisches Verhalten auf. Neben der autotrophen Ernährung mittels Photosynthese, kann diese Alge auch heterotroph in Nährmedium wachsen.

Chlamydomonas wird häufig als Modellorganismus für die Untersuchung von Photosynthese- und Geißelfunktion verwendet. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt besteht darin, Stämme von *Chlamydomonas* genetisch so zu manipulieren, dass sie industriell nutzbare Mengen an Wasserstoff

herstellen können. In der pharmazeutischen Forschung werden sie u.a. zur Herstellung von Antikörpern verwendet.

Süßwasserqualle (*Craspedacusta sowerbii*)



Ursprünglich kommt die zum Stamm der Nesseltiere gehörende Süßwasserqualle aus China. Mittlerweile ist sie weltweit verbreitet. Sie eignet sich als Modellorganismus für die Untersuchung erfolgreicher Ausbreitungsmechanismen invasiver Arten.

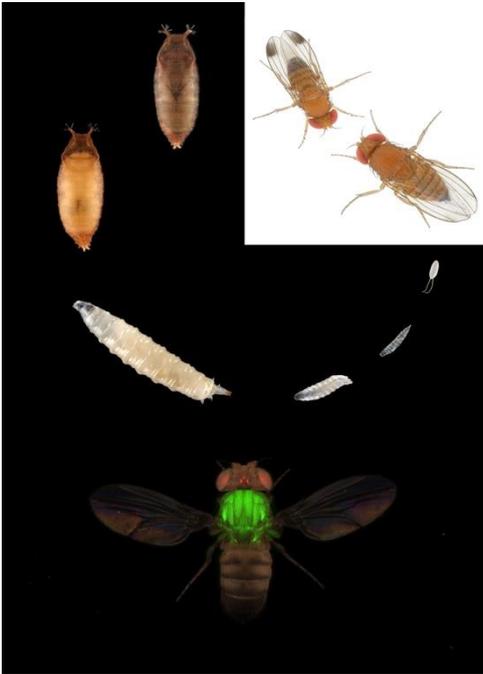
Quallen (Medusen) kommen oft in Schwärmen vor, die seifenblasenähnlich beim Schwimmen oder Tauchen in den Sommermonaten auffallen. In heißen Sommern treten Medusenschwärme dabei vermehrt auf. Es ist zu erwarten, dass die fortschreitende Klimaerwärmung ihren Einfluss auf einheimische Ökosysteme in Zukunft noch verstärken wird.

In Deutschland wurden sie zum ersten Mal im Jahr 1905 im Botanischen Garten München in einem Seerosenteich beobachtet. Das kurzfristig auftretende freischwimmende Medusen-Stadium (oberes Bild) ist aber nur ein Teil des komplexen Lebenszyklus von *Craspedacusta*. Im unscheinbaren Polypenstadium (ca. 1 mm, 2-köpfig, Bild rechts) pflanzt sie sich das ganze Jahr klonal durch Sprossung ungeschlechtlich fort. Nur bei ausreichender Temperaturerhöhung legt der sessile Polyp winzige Medusenknospen an, die freigesetzt werden und sich zu etwa 2 cm großen, sich geschlechtlich fortpflanzenden Quallen entwickeln. Warum innerhalb eines Sees meistens nur Männchen oder Weibchen vorkommen, ist bis heute nicht verstanden.



Entwicklungs- und Neurobiologie

Verschiedene Arten von Taufliegen *Drosophila*

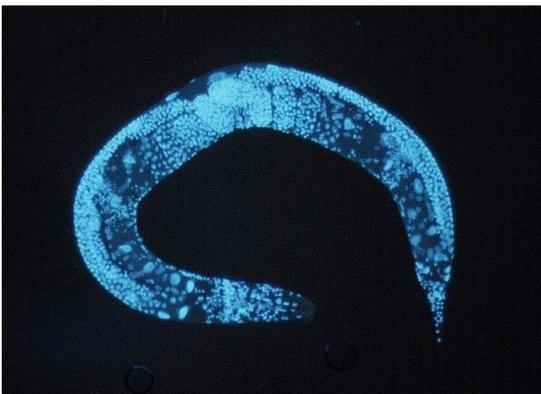


Die Taufliege *Drosophila melanogaster* – fälschlicherweise oft als Fruchtfliege bezeichnet – ist nicht nur in der Entwicklungsbiologie einer der erfolgreichsten Modellorganismen überhaupt. Durch die überaus kurze Generationsdauer von gerade einmal 10 Tagen und die geringe Größe ist dieser Modellorganismus optimal für die Haltung und Zucht im Labor geeignet. Zudem gehört die Taufliege zu den Insekten und somit zu den Gliederfüßern, welche eine der artenreichsten Gruppen im Tierreich sind. Jahrzehntelange Forschung an diesem Organismus hat wesentlich zum Verständnis von Genetik, Funktion und Interaktion tausender Gene sowie grundlegender entwicklungsbiologischer und molekularer Prozesse beigetragen.

Viele dieser Erkenntnisse dienten als Grundlage für die Entschlüsselung der Entwicklung anderer Organismengruppen bis hin zu Vertebraten wie Maus und Mensch und der genetischen Hintergründe von Krankheiten. Für

Drosophila melanogaster existiert eine unvergleichbare Vielfalt an molekularen und genetischen Methoden. An der Fakultät für Biologie wird dieser Modellorganismus und ihm nahverwandte Arten für die Untersuchung der genetischen Grundlage von Unterschieden im Verhalten und Gestalt zu verwendet.

Fadenwurm (*Caenorhabditis elegans*)



Neben der einfachen Handhabung und seiner Durchsichtigkeit, ist dieser Fadenwurm vor allem aufgrund seiner Eutelie zu einem der meiststudierten Organismen der Welt geworden. Eutelie bedeutet, dass die Entwicklung jeder einzelnen Zelle des Körpers (genau 959 für Hermaphrodite und 1031 in erwachsenen Männchen) bereits am Beginn der Embryonalentwicklung festgelegt ist. Zusätzlich stellt dieser Fadenwurm einen der am einfachsten aufgebauten Organismen mit einem Nervensystem dar.

Durch diese Eigenschaften bietet diese Art ideale Voraussetzungen, um genauere Mechanismen beispielsweise der Zellentwicklung oder des Alterns zu untersuchen. An der LMU wird u.a. erforscht, auf welche Art und Weise der Zelltod bestimmter Zellen ausgelöst und kontrolliert wird.

Gewächshausspinne (*Parasteatoda tepidariorum*)



Spinnen und Spinnentiere sind wissenschaftlich nicht nur aufgrund ihres besonderen Verhaltens, ihrer Neurobiologie und großer Diversität interessant, sondern auch aufgrund einer erst kürzlich entdeckten *Whole-Genom-Duplication*, d.h. der Tatsache, dass während der Evolution das gesamte Genom einmal kopiert wurde. Dies stellt ein interessantes Phänomen dar, welches auch bei der Evolution von Vertebraten mehrfach aufgetreten ist und dessen Konsequenzen hinsichtlich evolutiver Neuheiten zurzeit untersucht werden.

Vergleichende Studien von Genfunktionen und Interaktionen zwischen Insekten, Spinnen und Vertebraten dienen außerdem dazu, grundlegende entwicklungsbiologische, genetische und molekulare Prozesse und deren Ähnlichkeiten zu entschlüsseln. Damit kann, zum einen erforscht werden, welche Veränderungen auf molekularer und genetischer Ebene auftreten können, um Unterschiede zwischen den Arten zu erklären. Gleichzeitig wird dadurch aber auch besser verstanden, welche Genfunktionen, Prozesse und Prinzipien allgemeingültig sind. Somit können Aussagen darüber getroffen werden, in welchem Grad Erkenntnisse übertragbar sind. An der Fakultät für Biologie werden aktuell Studien an der Gewächshausspinne durchgeführt, die die genetischen Grundlagen, Neuheiten und Ähnlichkeiten von Sinnesorganen untersuchen.

Maus (*Mus musculus*)



Mäuse stellen vermutlich die weltweit verbreitetsten und zahlenmäßig häufigsten Labortiere dar. Dies liegt zum einen daran, dass die Haltung und Zucht von Mäusen, inklusive genetischer Veränderungen, kostengünstig und effektiv ist. Zum anderen teilen sich Mäuse und Menschen etwa 80% ihrer Gene.

Aus diesem Grund sind an Mäusen gewonnene Ergebnisse oftmals besser auf den Menschen übertragbar als Erkenntnisse, die aus Studien an anderen Organismen gewonnen wurden. Demzufolge werden Mäuse vor allem in der biomedizinischen und genetischen Forschung genutzt, z.B. für die Erforschung von Krebs und Alterungsprozessen.

In der Biologie wird seltener auf Mäuse als Studienobjekte zurückgegriffen als z.B. am Max-Planck-Institut für Neurobiologie oder den medizinisch orientierten Fakultäten der LMU. Ein Beispiel für Forschung an der Fakultät für Biologie ist die Untersuchung der Fragestellung, welchen Einfluss ein bestimmtes Gen, das im Zusammenhang mit Lautäußerungen bei Menschen und Tieren (FOXP2) steht, auf das Verhalten von Mäusen hat und inwieweit Parallelen zur menschlichen Version dieses Gens vorliegen.

Evolutionbiologie

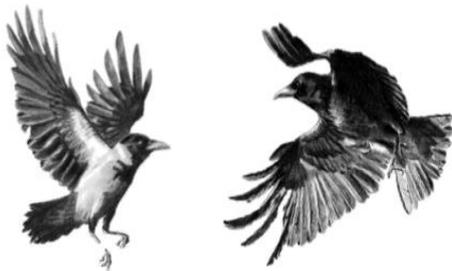
Galápagos-Seelöwe (*Zalophus wollebaeki*) & Seelöwe, Seehund, Walross (*Pinnipedia*)



Um den Prozess und die Ergebnisse der Artbildung zu untersuchen, können wir viel aus „natürlichen Experimenten“ lernen. Der Galápagos-Archipel wird oft als natürliches Evolutionslabor mit einer Vielzahl von Arten beschrieben, die sich *in situ* entwickeln. Hier an der LMU konzentrieren wir uns auf den Seelöwen von Galápagos und verwenden genetische Sequenzen, um zu verstehen, wie und wann Seelöwen den Archipel besiedelten. Untersucht werden ebenfalls beginnende Unterschiede bei Seelöwen zwischen der Ost- und Westseite des Archipels, die unterschiedliche ökolo-

gische Bedingungen haben. Diese Ergebnisse fließen auch in die Schutzerwägungen vor Ort ein. Über den Galápagos-Seelöwen hinaus wird in dieser Tiergruppe (Seelöwen, Seehunde, Walrosse) untersucht, inwiefern sich Variation in Lebenslaufstrategien auch im Erbgut niederschlägt.

Raben- und Nebelkrähen (*Corvus (corone) spp.*) & Krähen, Raben, Dohlen (*Corvidae*)



Am Beispiel der Hybridzonen zwischen schwarzen Raben und grau bemantelten Nebelkrähen werden Artbildungsprozesse in einem frühen Stadium untersucht. Darüber hinaus bieten vergleichende Analysen in der Gattung *Corvus* (Krähen, Raben, Dohlen) die Chance, grundlegende Erkenntnisse darüber zu erlangen, welche Evolutionsmechanismen die Beschaffenheit und Struktur von Genomen formen.

Glühwürmchen (*Lampyridae*)

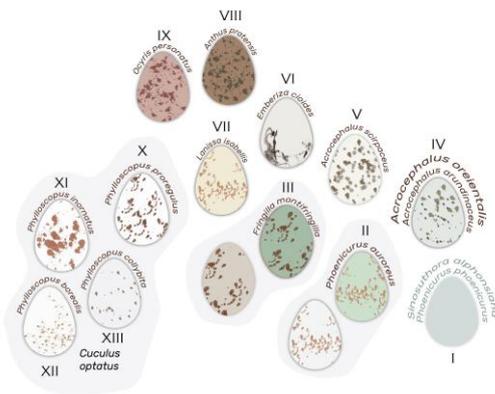


Glühwürmchen sind faszinierende Insekten, nicht nur wegen ihrer Biolumineszenz, sondern auch wegen ihres extremen sexuellen Dimorphismus und ihrer Fähigkeit, sich an verschiedene Umgebungen anzupassen. An der LMU werden genomische Methoden verwendet, um die Populationsdynamik von Glühwürmchen, ihre demografische Vergangenheit und ihre Anpassungsfähigkeit an neue Lebensräume zu verstehen.

Darüber hinaus wird versucht, die grundlegende Genetik zu verstehen, die ihrem extremen sexuellen Dimorphismus zugrunde liegt, bei dem Weibchen nicht fliegen und in einem larviformen Stadium bleiben, während Männchen fliegen, aber bei einigen Arten kein Licht produzieren können. Durch ein

tieferes Verständnis der Glühwürmchengenetik steht zu hoffen, das Bewusstsein für ihre Erhaltung und ihrer Lebensräume zu schärfen.

Kuckuck (*Cuculus canorus*) und verwandte Arten



Gewöhnliche Kuckucke sind Brutparasiten, die mimetische Eier in die Nester unterschiedlicher Wirtsarten legen und die elterliche Fürsorge vollständig den Wirten überlassen. Da die Aufzucht von Kuckucksküken kostspielig ist, liegt es im Interesse der Wirte, Kuckuckseier zu erkennen und auszusortieren. Damit entsteht ein selektiver Druck auf die Kuckucke, ihre Eier besser zu „fälschen“ – ein Wettrüsten beginnt. An der LMU werden die genetischen Grundlagen dieser Interaktion aus der Kuckucksperspektive erforscht. Die genetische Variation eurasischer Kuckuckspopulationen wird untersucht, um die Evolution der hohen Diversität mimetischer Eier im Detail zu verstehen.

Mikrobiologie und Genetik

Kolibakterium (*Escherichia coli*)



Escherichia coli stellt einen der vielseitigsten und vielleicht ältesten Modellorganismen dar. Dabei handelt es sich um ein Bakterium, das für gewöhnlich im Darm von Menschen und Tiere vorkommt.

E. coli wird u.a. in den Bereichen Evolutionsbiologie (siehe Langzeitstudie von Richard Lenski), Genetik und Biotechnologie erforscht. So können gentechnisch veränderte *E. coli*-Bakterien auch als Biosensoren für Schwermetalle verwendet werden.

Pflanzenwissenschaften

Acker-Schmalwand (*Arabidopsis thaliana*)



Die Acker-Schmalwand ist einer der wichtigsten Modellorganismen in der Botanik, wobei die untersuchten Forschungsfragen sehr vielfältig sind und Bereiche wie Genetik, Evolutions- und Entwicklungsbiologie beinhalten. Ihre geringe Größe, ihr Fortpflanzungssystem, das kleine Genom und die geringe Chromosomenzahl machen *Arabidopsis thaliana* zu einem optimalen Studienorganismus.

Mit Hilfe dieser Art wird an der LMU u.a. erforscht, wie Pflanzen auf zellulärer und genetischer Ebene auf Stressfaktoren wie Kälte reagieren. Weitere Beispiele für aktuelle Forschungsthemen sind Untersuchungen zu spezifischen Mechanismen der Photosynthese oder zur Interaktion zwischen Pflanzen und Pathogenen.

Quellen für externes Bildmaterial:

Gryllus bimaculatus:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gryllus_bimaculatus._Gryllidae_-_Gryllinae_\(33247281175\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gryllus_bimaculatus._Gryllidae_-_Gryllinae_(33247281175).jpg)

Pisaura mirabilis:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nursery_web_spider_Pisaura_mirabilis_\(31092961868\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nursery_web_spider_Pisaura_mirabilis_(31092961868).jpg)

Caenorhabditis elegans:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Caenorhabditis_elegans.jpg

Maus:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0d/%D0%9C%D1%8B%D1%88%D1%8C_2.jpg