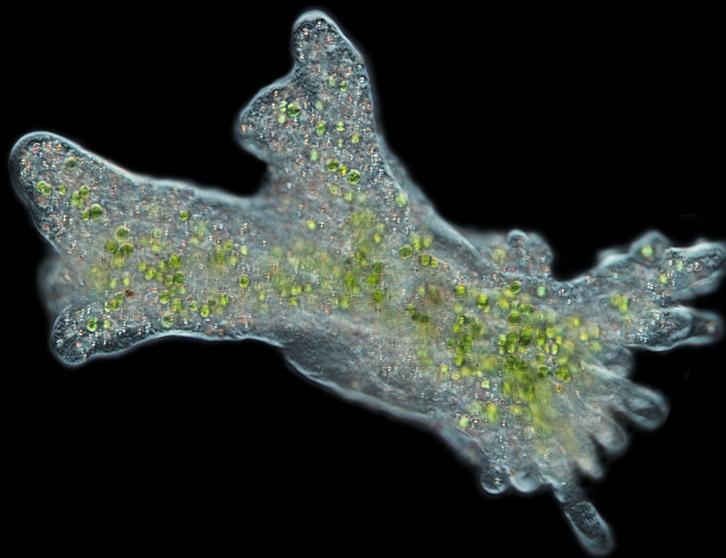


# Mikroskopie im zoologischen Praktikum



100µm



Seeing beyond

Der anatomische Aufbau von Tieren und die Besonderheiten der verschiedenen Tiergruppen stehen im Mittelpunkt eines zoologischen Praktikums. Im Grundpraktikum kommen viele Studierende erstmalig mit zoologischen Objekten in Kontakt und erarbeiten die Morphologie von Tieren durch selbstständiges Präparieren. Danach werden Zellen und Strukturen mikroskopiert und das Gesehene in Gruppendiskussion erforscht. Die direkte Erfahrung mit dem Objekt ist wichtig, um den grundlegenden Aufbau und die Evolution verschiedener Organismen besser zu verstehen und ein Gespür für den sensiblen Umgang mit Lebewesen in der Forschung zu bekommen.

### Vergleichende Tierkunde ist wichtig

Zoologische Exkursionen, die Vorlesungen und praktischen Übungen der Zoologie sind ein fester Bestandteil des Studienfachs Biologie und artverwandter Studienfächer. Die Zoologie beschreibt im Allgemeinen den Aufbau, die stammesgeschichtliche Entwicklung (Phylogenie) und die Evolution einzelner Merkmalskomplexe wie zum Beispiel des Verdauungssystems. Durch den direkten Vergleich beispielsweise von Insekten und Spinnentieren werden morphologische Besonderheiten der einzelnen Tiergruppen deutlich. Die Kenntnis um diese Besonderheiten hilft bei der taxonomischen Bestimmung und der stammesgeschichtlichen Einordnung der jeweiligen Tiergruppen. So unterscheiden sich der Aufbau der Organ- und Verdauungssysteme sowie des Blutkreislaufs je nach Habitat, Lebensform und Stammesgeschichte der Tiere. Ob die Atmung über Kiemen, Tracheen, Lungen oder zahllose weitere Möglichkeiten erfolgt, zeigt die vielfältigen und verschlungenen Wege der Evolution. Zum Handwerkszeug im zoologischen Praktikum gehören neben

Präparation- und Färbetechniken, der sichere Umgang mit dem Mikroskop sowie das detailgetreue Anfertigen mikroskopischer Zeichnungen. Um Strukturen und deren Aufbau detailliert sichtbar zu machen, werden ausgewählte Objekte nach der Präparation und Anfärbung mikroskopiert. Dabei werden Schnitt- und Quetschpräparate mit Hilfe aufrechter Mikroskope visualisiert, während Situs- und Habitus-Ansichten von Insekten, Spinnentieren Weichtieren, Stachelhäutern sowie kleineren Säugtieren im [Stereomikroskop](#) untersucht werden.

### Mikroskopieren ermöglicht detaillierte Beobachtung

Da die Studierenden häufig unterschiedliche Vorkenntnisse haben und die letzte Mikroskopiererfahrung mitunter lange her ist, erhalten alle Studierenden zum Beginn des zoologischen Praktikums eine Einführung in den Aufbau und die Funktion der verwendeten Mikroskope. Gearbeitet wird häufig mit vorgekühlten Geräten und bis zum 40x-Objektiv sowie mit Stereomikroskopen.

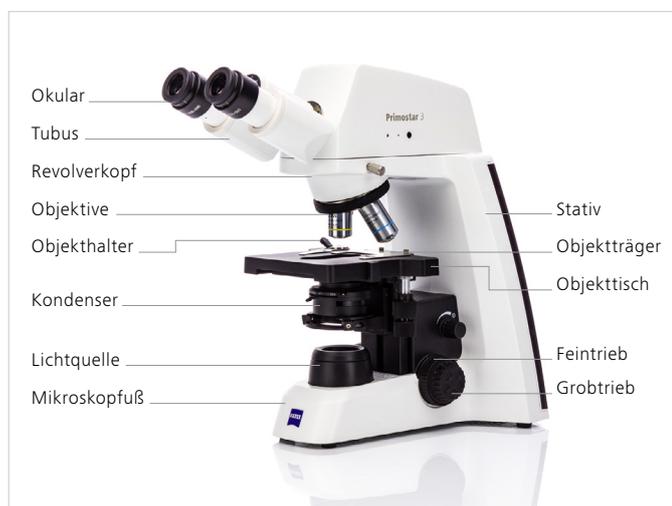


Abbildung 1 Aufbau eines aufrechten Mikroskops

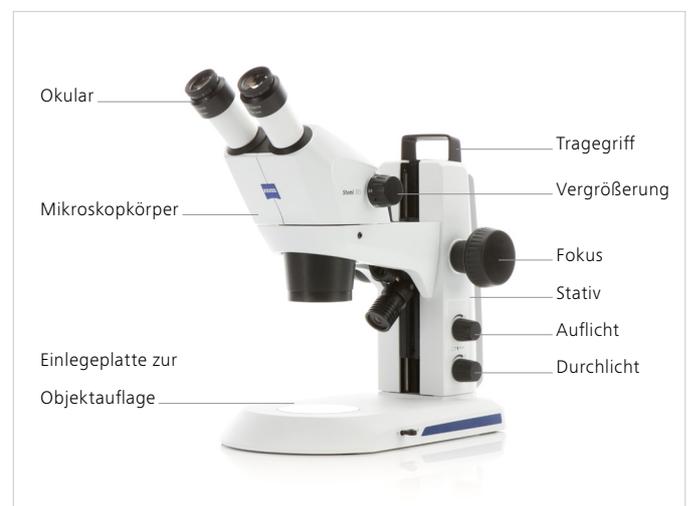
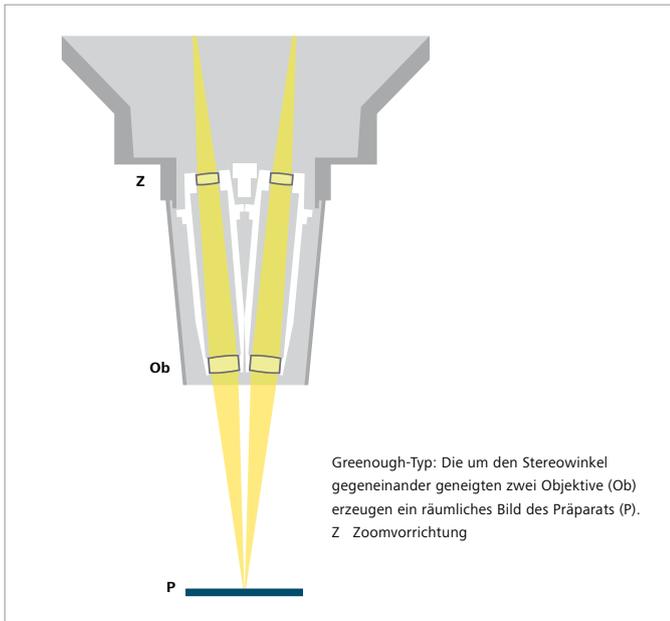


Abbildung 2 Aufbau eines Stereomikroskops



**Abbildung 3** Stereomikroskope, auch Stereolupen genannt, bestehen aus 2 Lupenmikroskopen, durch die das Objekt von 2 Seiten betrachtet werden kann. Auf diese Weise entsteht ein räumlicher Eindruck.

Zudem werden die Anforderungen an das mikroskopische Zeichnen vermittelt. Auch im digitalen Zeitalter ist das Abzeichnen mikroskopierten Objekte sehr wichtig und solche Zeichnungen sind weiterhin fester Bestandteil wissenschaftlicher Publikationen.

Während eine Fotoaufnahme eine Erinnerungshilfe bei der Nacharbeit sein kann, erfordert das händische Abzeichnen eine intensive Beschäftigung mit dem Objekt. Eine detailgetreue Handzeichnung ist nur bei genauer Beobachtung des Objekts möglich:

- Wo genau liegt der Zellkern?
- Wo verläuft die Zellmembran?
- Welche Zelltypen sind zu erkennen?

Die Handzeichnung dient zugleich als Protokoll und enthält Angaben zur Person, zum Objekt, seiner systematischen Einordnung, Angaben zur dargestellten Struktur und der verwendeten Färbetechnik samt Objektivvergrößerung. Mit Hilfe des Protokolls kann der Versuchsaufbau repliziert werden.



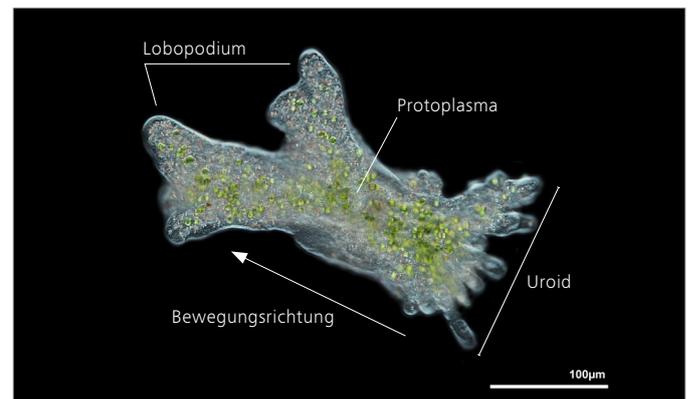
**Abbildung 4** Das Anfertigen mikroskopischer Zeichnungen dient der Dokumentation und fördert das Verständnis des mikroskopischen Bildes.

## Zoologische Objekte im Detail: Von Einzellern zu Vielzellern

### Amöben

Das zoologische Praktikum startet in der Regel mit der Untersuchung von Protozoen, also einzelligen Lebewesen. Protozoen sind durch das Vorhandensein eines echten Zellkerns gekennzeichnet. Im Mikroskop ist beispielsweise eine Lebensbeobachtung von Amöben möglich.

Amöben, wie die im Praktikum zu beobachtenden *Amoeba proteus*, gehören zu den einzelligen Lebewesen. Alle Körperfunktionen, für die vielzellige Lebewesen spezialisierte vielzellige Organsysteme haben, müssen mit Hilfe dieser einen Zelle bewerkstelligt werden. Das ist eine beachtliche Herausforderung. Amöben werden auch Wechseltierchen genannt, da sie keine feste Körperform besitzen. Durch das Ausstülpen von sogenannten Pseudopodien (Scheinfüßchen) verändert sich ihre Gestalt ständig.



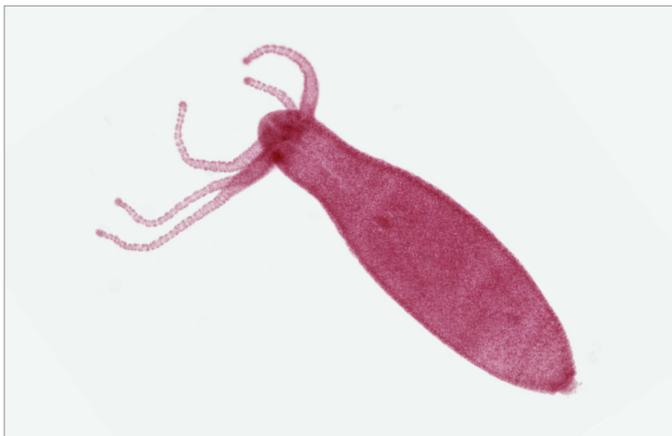
**Abbildung 5** *Amoeba proteus* in Dunkelfeld. Mit freundlicher Genehmigung: St. Clauß, Thum, Deutschland.

Unter dem Mikroskop wird deutlich, dass das Zytoplasma von *Amoeba proteus* immer in Bewegung ist. Solche Plasmaströmungen sind vor allem zu sehen, wenn sich ein neues Pseudopodium ausstülpt. Das Zytoplasma kann in zwei Zuständen vorliegen, dem äußeren Ekto- und dem innenliegenden Endoplasma. Das Ektoplasma enthält keine Organellen und hat eine gelartige Konsistenz mit hoher Viskosität aufgrund zahlreicher Aktinfilamente. Das Endoplasma hingegen füllt den Großteil des Zellinneren aus und ist wesentlich dünnflüssiger. Steigt an einer Stelle im Endoplasma die Calcium-Konzentration wird das Enzym Gelsolin aktiv. Dieses Enzym zerschneidet die Aktinfilamente im Ektoplasma, wodurch dieses in einen flüssigen Solzustand übergeht (Gel-Sol-Übergang). Das nun lockere Ektoplasma im Solzustand kann dem Zellinnendruck weniger Widerstand leisten und es bildet sich eine kleine Ausstülpung. Durch das weitere Nachströmen von Ekto- und Endoplasma stülpt sich das Pseudopodium vollständig aus. An den Rändern tritt das Ektoplasma wieder in den Gelzustand über und versteift

diese. So kann sich die Amöbe mit ständig wechselnder Gestalt aktiv fortbewegen. Im Verlauf des Praktikums ist diese Gestaltveränderung und die Plasmaströme im Detail zu beobachten und eine Bewegungssequenz zeichnerisch festzuhalten.

### Süßwasserpolypen

Im folgenden Kurstag steht *Hydra vulgaris*, der Süßwasserpolyp, im Mittelpunkt. Er ist ein Vertreter der Hydrozoa, eine vielgestaltige Gruppe von Nesseltieren (Cnidaria) von denen die meisten im Verlauf ihres Lebens ein Polypenstadium und ein darauffolgendes Medusenstadium durchlaufen. *Hydra vulgaris* besitzt jedoch kein Medusenstadium und verweilt zeitlebens als freibeweglicher Polyp. Sie besteht aus einem dem Boden zugewandtem Stil und einem Kranz aus 5–12 Tentakeln. Anhand mikroskopischer Präparate (Querschnitte) von *Hydra vulgaris* wird der evolutive Übergang von der einzelligen zur mehrzelligen Lebensweise verdeutlicht. Unter dem Mikroskop erkennt man deutlich den diploblastischen Grundaufbau des Tieres aus zwei Zellschichten, dem innenliegenden Endoderm und dem außen liegenden Ektoderm. Zudem erkennt man deutlich mehrere Zelltypen mit unterschiedlicher Funktion. Nesselzellen dienen der Verteidigung und dem Beutefang, Epithelmuskelzellen der Fortbewegung, Sinneszellen der Wahrnehmung und Drüsenzellen der Abgabe von Verdauungsenzymen. Funktionen, die bei der Amöbe in einer einzigen Zelle stattfinden sind bei *Hydra vulgaris* bereits auf mehrere spezialisierte Zellen aufgeteilt. Während der Lebendbeobachtung der Hydra können die Studierenden ihre Bewegung genauer studieren und vergleichen. Zum Abschluss des Kurstages kann die Hydra gefüttert und ihr Beutefang mit den Tentakeln unter dem Stereomikroskop beobachtet werden.



**Abbildung 6** *Hydra* sp. – Süßwasserpolyp  
Mit freundlicher Genehmigung: Johannes Lieder GmbH

### Arthropodien

Vertreter der superdiversen Gruppe der Arthropoden besitzen gegliederte Extremitäten mit echten Gelenken (sogenannte Arthropodien). Der Aufbau innerhalb verschiedener Großgruppen kann dabei sehr unterschiedlich sein. Die Spinnen gehören zu den Chelicerata (Kieferklauenträger).



**Abbildung 7** Spinnenbein. Mit freundlicher Genehmigung: Johannes Lieder GmbH

Im Bild erkennt man den typischen Aufbau eines Spinnenbeins welches aus Tarsus, Metatarsus, Tibia, Patella, Femur und Trochanter aufgebaut ist.



**Abbildung 8** Bienenbein. Mit freundlicher Genehmigung: Johannes Lieder GmbH

Das Sammelbein der Biene (3. Beinpaar), eine Vertreterin der Hexapoda (Sechsfüßer) hingegen besteht aus Tarsus, Metatarsus, Tibia, Femur und Trochanter. Eine Patella fehlt.



**Abbildung 9** Biene mit Pollen an den Mittelbeinen.

Die Vorder- und Mittelbeine von Bienen sammeln den Pollen und übergeben ihn an die Bürsten, welche sich auf der Innenseite des Metatarsus befinden. Anschließend benutzt die Biene den am Ende der Tibia befindlichen Kamm des gegenüberliegenden Beines und kämmt die Bürsten aus. Der so gesammelte Pollen wird nach oben in das außen liegende Körbchen bewegt. Mit Hilfe des mittleren Beinpaars drückt die Biene den Pollen fest wobei das typische Höschchen entsteht. Hat die Biene genug gesammelt fliegt sie zurück in den Bienenstock und versorgt die Larven mit den gesammelten Pollen.



**Abbildung 10** Kleiderlaus (*Pediculus humanus humanus*)

Die Kleiderlaus (*Pediculus humanus humanus*) ist eine von zwei Unterarten der Menschenlaus (*Pediculus humanus*). Sie wohnt in der Körperbehaarung des Menschen und sticht ihn, um sein Blut zu saugen. Sie zeigt eine für einen Ektoparasiten typische hohe Anpasstheit an ihrem Wirt und verträgt ausschließlich Menschenblut. Zur Fortbewegung hangelt sie sich mit Hilfe der krallenartigen Endglieder ihrer sechs Beine von Haar zu Haar. Auf glatten Oberflächen kommt sie kaum voran.

#### **Zusammenfassung:**

Ziel des Praktikums ist es, den Grundaufbau verschiedener Tiergruppen anhand exemplarisch ausgewählter Tierarten zu verstehen und die wichtigsten Schritte der Evolution der Metazoa zu vermitteln.

Zur detailgetreuen Beobachtung der zoologischen Präparate werden aufrechte Mikroskope und Stereomikroskope eingesetzt. Nach einer Einführung in den Aufbau und das Arbeiten mit Mikroskopen, erarbeiten Studierende die Besonderheiten der jeweiligen Tiergruppen. Um die Gruppenarbeit und den aktiven Austausch zwischen den Studierenden zu fördern, werden unterschiedliche didaktische Möglichkeiten genutzt. Gruppenarbeit, Impulsvorträge oder Werkstattgespräche fördern die Auseinandersetzung mit der Materie und der Gruppe gleichzeitig, so dass die Studierenden aktiv in das Geschehen eingebunden werden und von der interaktiven Diskussion profitieren.

Neben der fachlichen Ausbildung wird der sensible Umgang mit dem zoologischen Objekt thematisiert und konstruktiv diskutiert. Zudem werden die Inhalte begleitend anhand von Modellen oder digitalen Formaten vermittelt, doch der zentrale Bestandteil ist das direkte Arbeiten mit den ehemals lebenden Objekten. Dies erlaubt die direkte, vor allem dreidimensionale Erfahrung mit allen Sinnen und hinterlässt einen mitunter prägenden Eindruck. Studierenden wird der Wert des Lebens und die Sorgfalt die im Umgang mit Lebewesen in der Forschung zwingend erforderlich ist, nachhaltig vermittelt. Den zu beobachtenden Trend der Entfernung der Forschung vom eigentlichen Forschungsobjekt, dem Lebewesen, soll hiermit entschieden entgegengetreten werden.

#### **Empfohlene Produkte**

Die Ausbildungsmikroskope ZEISS Primostar 3 und ZEISS Stemi 305 unterstützen im zoologischen Praktikum. Dabei stehen bei Primostar 3 vorgekühlte Pakete (z.B. 415501-0001-000) und Pakete mit integrierter WiFi-Kamera (415501-0071-000) zur Projektion des mikroskopischen Bildes für alle Kursteilnehmenden zur Verfügung. Stereomikroskope der Stemi 305-Reihe bieten unterschiedliche Ausbaustufen und Beleuchtungsoptionen. Das Stemi 305 EDU-Set (415501-0011-000) ist ein Komplettpaket mit Zoom 8x bis 40x und integrierter LED-Beleuchtung. Das Set Stemi 305 cam ist mit integrierter Kamera ausgestattet (491903-0005-000).



**Abbildung 11** Studierende arbeiten mit Stemi 305 cam. Das Mikroskopbild wird mittels Labscope App auf dem iPad sichtbar.



**Carl Zeiss Microscopy GmbH**  
07745 Jena, Germany  
microscopy@zeiss.com  
www.zeiss.com/digital-classroom