

## Lehrerhandbuch - Das „Beutel-Modell“ der Zelle

Dieser Bausatz wurde in Zusammenarbeit mit dem Dolan DNA Learning Center, Cold Spring Harbor Laboratory, entwickelt. Die Tätigkeiten wurden mit Lehrkräften und Schülern, die an DNALC Hands-On Workshops teilnahmen, getestet.

### Übersicht

Das "Beutel-Modell" der Zelle gibt Lehrern Informationen, Anweisungen und Materialien in die Hand, die für eine Einführung von Mittelstufenschülern in die Grundlagen der tierischen Zellstrukturen benötigt werden. Die Schüler werden die wichtigsten Organellen und Eigenschaften tierischer Zellen studieren und diskutieren. Sie werden ein Modell einer Tierzelle nachbauen, unter Verwendung alltäglicher Materialien, welche die Komponenten einer Tierzelle repräsentieren sollen. Außerdem werden die Schüler die Spezialisierung von Zellen und das Konzept „*Struktur und Funktion*“ erkunden. Anweisungsblätter und der Arbeitsbogen für Schüler, ferner weiterführende Tätigkeiten und ein Glossar wichtiger Begriffe sind ebenfalls enthalten. Weiterhin werden Optionen für die Unterrichtsgestaltung vorgestellt. Der Bausatz reicht für 32 Schüler, die paarweise zusammenarbeiten.

### Zielsetzungen:

- Den Aufbau einer tierischen Zelle anhand eines Modellbaus zu studieren
- Den Aufbau einer tierischen Zelle zu visualisieren
- Die Strukturen und Funktionen tierischer Zellen zu verstehen
- Die Spezialisierung von Zellen und das Konzept „*Struktur und Funktion*“ verstehen lernen.

### Materialien: *Im Bausatz enthalten sind:*

16 Plastikbecher (ca. 300 ml)	8 Packungen Kidney-Bohnen
16 Plastikbeutel (ca. 15 x 23 cm)	1 Tüte mit Alaska-Erbsen (1/4 Pfund)
16 Plastikteller	1 Tüte mit farbigen Perlen
16 Plastik-Messbecher	1 Karton mit abgeflachten Zahnstochern
16 Eier aus Plastik	16 kleine Verschlussclips
1 Rolle mit grünem Garn	100g Natrium - Polyacrylat
1 Rolle mit weißem Band	1 Messlöffel
1 Packung Pfeifenreiniger	

### *Benötigt, aber nicht mitgeliefert:*

Scheren  
Wasser  
Ton oder Knetmasse (für optionale Übungen)

### Optionen für die Unterrichtsgestaltung

Die Übungen mit dem „Beutel-Modell“ der Zelle sind abgestimmt auf eine Klasse von 32 Schülern, die paarweise zusammenarbeiten. Im Falle kleinerer Klassen können die Schüler unabhängig voneinander arbeiten. Sind die Klassen größer, können die Schüler auch in Gruppen zusammenarbeiten.

### **Hintergrundinformationen**

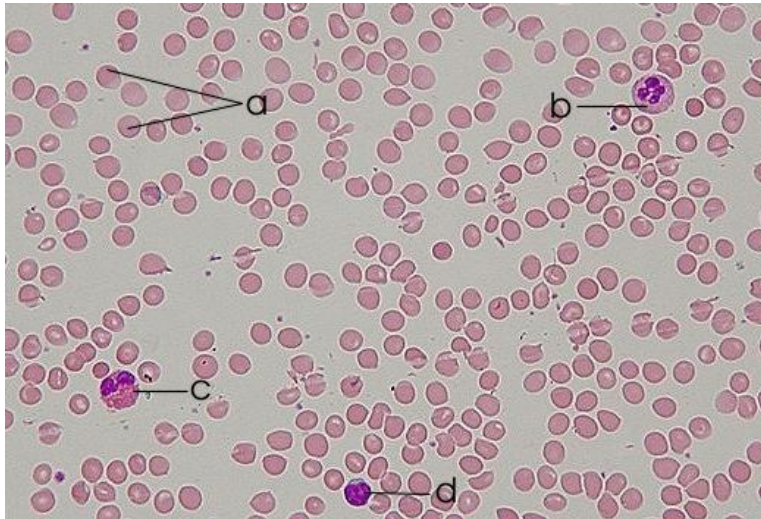
Die Zelle ist die elementare Einheit des Lebens auf der Erde. Alle Lebewesen bestehen aus Zellen. Lebewesen können die Gestalt kleiner, einfacher, unizellulärer Organismen annehmen, z.B. Bakterien, oder die Gestalt von großen, komplexen, vielzelligen Organismen wie Fichten oder Menschen. Im Allgemeinen trifft es zu, dass die Zellen komplexer, vielzelliger Organismen spezialisierte Zellen sind. Jede Zelle hat eine spezifische Aufgabe, und diese Aufgabe kommt in der Gestalt und den Bestandteilen der Zelle selbst zum Ausdruck. Spezialisierte Zellen organisieren sich zu Geweben, Geweben zu Organen und Organe zu komplexen Organismen. Eine Diskussion verschiedener spezialisierter menschlicher Zelltypen wird im Anschluss die eine oder andere Weise beleuchten, wie Zellen konzipiert sein müssen, um bestimmte, spezifische Funktionen erfüllen zu können.

### **Rote Blutzellen**

Es gibt ca. 25 Billionen rote Blutkörperchen im menschlichen Körper. Rote Blutkörperchen (Erythrozyten) sind insofern einzigartig, als dass sie kein genetisches Material enthalten; denn sie entledigen sich ihres Zellkerns kurz nachdem sie im Knochenmark gebildet werden. Rote Blutzellen enthalten ein Protein namens Hämoglobin, welches Sauerstoff bindet und ihn zu allen anderen Körperzellen transportiert. Rote Blutzellen werden mit hoher Geschwindigkeit gebildet — 120 Millionen pro Minute — und sie überleben etwa 4 Monate im Körper. Diese kleinen, runden, flexiblen Zellen sind so konzipiert, dass sie sich mit Leichtigkeit bewegen und gut angepasst, um durch die engen Venen und Kapillargefäße des Kreislaufsystems befördert zu werden.

### **Weißer Blutzellen**

Es gibt fünf Hauptgruppen weißer Blutzellen (Leukozyten) im menschlichen Körper. Jede hat eine spezifische Funktion zu erfüllen, aber grundsätzlich ist es die Aufgabe der weißen Blutzellen, den Körper vor Infektionen mit Viren und Bakterien zu schützen. Zwei wichtige Gruppen weißer Blutzellen sind die Phagozyten und die Lymphozyten. Phagozyten „fressen“ jene Bakterien, die den Körper infizieren. Flexible Zellmembrane und spezialisierte Proteine zeichnen sie beim Aufspüren und der Zerstören dieser Eindringlinge aus. Phagozyten vertilgen auch tote Körperzellen. Lymphozyten hingegen bilden Antikörper. Antikörper sind Proteine, die Invasoren spezifisch markieren und zur späteren Zerstörung freigeben. Wie die roten Blutzellen werden auch die weißen Blutzellen im Knochenmark gebildet. In jedem Tropfen menschlichen Blutes befinden sich zwischen 5.000 und 10.000 weiße Blutzellen. Bei Infekten durch Viren oder Bakterien nimmt ihre Zahl zu.

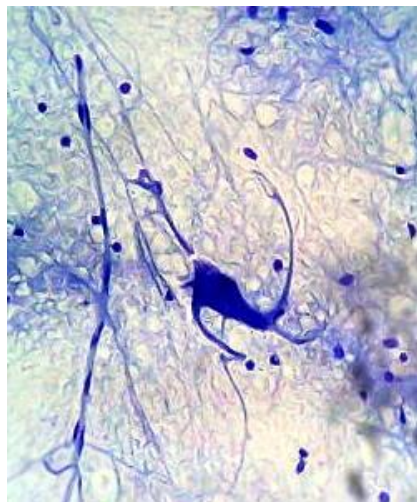


- a. Erythrozyten
- b. Neutrophile
- c. Eosinophile
- d. Lymphozyten

*Blutzellen*

## Neuronen

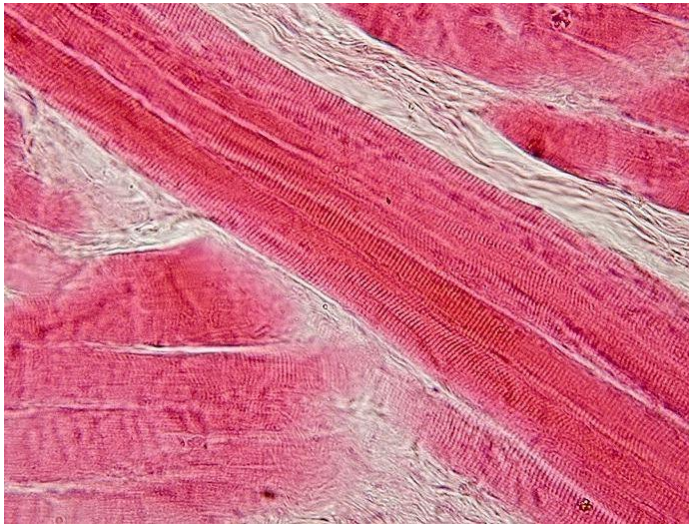
Neuronen, Nervenzellen oder Gehirnzellen, sind sensorische Zellen, aus denen sich das Nervensystem zusammensetzt. Diese hochgradig spezialisierten Zellen sind gekennzeichnet durch lange, verzweigte Ausläufer, die Axone genannt werden. Axone weisen kleinere Verzweigungen auf, Dendriten genannt. Diese Verzweigungen ermöglichen es den Neuronen, Informationen über große Strecken zu versenden und sie aus allen Regionen des Körpers zu empfangen. Nervenzellen befördern Informationen durch den ganzen Körper, von einer Nervenzelle zur anderen, sowie von Nervenzellen zu Muskelzellen. Bis vor kurzem glaubten Wissenschaftler, dass Nervenzellen sich nicht regenerieren könnten; das heißt, wenn eine Nervenzelle zerstört wäre, könnte keine neue Zelle gebildet werden, um sie zu ersetzen. Jedoch gibt es neue Beweise, die dafür sprechen, dass einige Nervenzellen in der Tat dazu befähigt sind, neue Zellen zu bilden.



*Neuronen*

## Muskeln

Muskelzellen sind für die Bewegung des Körpers verantwortlich. Muskelzellen sind lang, dünn und in Bündeln angeordnet. Ein Muskel ist aus Muskelzellbündeln aufgebaut. Muskelzellen enthalten zwei wichtige Proteine, Aktin und Myosin, die dem Muskel ermöglichen, sich zu dehnen. Im Unterschied zu den roten Blutzellen, die kernlos sind, haben Muskelzellen viele Zellkerne. Sie haben tatsächlich mehr als einen Kern pro Zelle.



*Skelettmuskel*

## Struktur und Funktion

Die Gestalt einer Zelle steht in Beziehung zur Funktion, die sie erfüllt. Dies ist ein biologisches Prinzip, das „Entsprechung von Struktur und Funktion“ genannt wird. Rote Blutzellen sind beispielsweise klein, rund und flexibel, wodurch sie durch Venen und Kapillargefäße passen. Eine rote Blutzelle kann sich verdrehen, um durch einen Engpass zu gelangen, der die Hälfte der Zellbreite misst. Probleme entstehen, sobald die Zellform dauerhaft verändert ist. Die Sichelzellenanämie ist eine Krankheit, bei der die roten Blutzellen eine ungewöhnliche Form annehmen, etwa die eines Halbmondes oder einer Sichel. Solche Zellen neigen dazu, sich in engen Venen zu verfangen und blockieren dann den Blutstrom. Blockaden dieser Art können zu Gehirnschlag oder Erblindung führen, aber auch Lungen, Nieren und Herz schädigen. Die Sichelzellenanämie ist ein hervorragendes Beispiel dafür, dass eine zelluläre Formveränderung die Fähigkeit einer Zelle, ihre Aufgabe zu erfüllen, beeinträchtigt.

## Zellbestandteile

Obwohl tierische Zellen spezialisiert sind, müssen sie über die gleichen grundlegenden Komponenten verfügen. Tierische Zellen haben Zellmembrane, einen Zellkern und DNS, die ihnen verhilft, ihre spezifischen Aufgaben zu erfüllen. Eine Tierzelle kann demnach mit einer Fabrik verglichen werden. Wie eine Fabrik besteht eine Zelle aus individuellen Teilen, die miteinander kooperieren. Die Bestandteile einer Tierzelle werden im Folgenden beschrieben.

## Zellmembran

Die Zellmembran gibt der Zelle Gestalt und Struktur. Die Zellmembran besteht aus Lipiden oder Fetten, die so angeordnet sind, dass sie die Zelle in einer Doppelschicht umgeben. Die Zellmembran ist eine weiche, flexible Struktur, die das Zellinnere vor der Außenwelt schützt. Die Zellmembran ist semipermeabel. Die semipermeable Membran gewährleistet, dass Moleküle, die im Inneren der Zelle gebraucht werden, eindringen (z.B. Sauerstoff und Nährstoffe), während Abfallprodukte und zellschädigende Stoffe ausgeschleust werden können. Alles was die Zelle angreifen könnte, zum Beispiel Viren, muss die Zellmembran passieren.

## Zellkern

Der Zellkern ist das Kontrollzentrum der Zelle. An diesem Ort ist die Erbinformation, die DNS, gespeichert. Die DNS verlässt den Zellkern nie. Stattdessen sendet sie aus dem Kern Botschaften in die übrigen Bereiche der Zelle.

## DNS

Desoxyribonukleinsäure oder DNS ist identisch mit dem Erbmaterial der Zelle. Sie ist von ihrer Form her als eine in sich verdrillte Strickleiter bzw. „Doppelhelix“ konfiguriert. In der DNS einer jeden Zelle befindet sich ein kompletter Satz des genetischen Bauplans. Würde man die DNS einer einzigen menschlichen Zelle auf ihre volle Länge ausziehen, wäre sie ungefähr 2 Meter lang. Damit die DNS in einen winzigen Zellkern hineinpasst, liegt sie u.a. dicht gepackt in 46 Chromosomen vor. Chromosomen werden von Eltern an ihre Kinder weitergegeben. Jedes Elternteil überträgt 23 Chromosomen auf seine Nachkommenschaft, so ergibt sich eine Zahl von insgesamt 46 Chromosomen.

## Organellen

Das Wort *Organelle* bedeutet so viel wie „kleines Organ“. Wie der Name sagt, sind Organellen die mikroskopischen spezialisierten Organe einer Zelle, gleichsam die individuellen „Fabrikarbeiter“, die es ermöglichen, dass die Zelle lebenswichtige Funktionen erfüllen kann. Man muss beachten, dass die Organellen selbst auch spezialisiert sind; jede Organelle hat eine ausgeprägte Struktur, die sie für ihre spezifische Aufgabe qualifiziert.

## Mitochondrien

Mitochondrien sind verantwortlich für die Umwandlung von Glucose (Nahrung, die über den Blutkreislauf zu den Zellen transportiert wird) in Energie, welche die Zellen nutzen können. Es ist in den Mitochondrien, wo unsere Nahrung „verbrannt“ wird. Aus diesem Grund können die Mitochondrien als die „Kraftwerke“ der Zelle angesehen werden.

## Ribosomen

Ribosomen synthetisieren Proteine. Die DNS sendet einen Botenstoff, RNS genannt, zu den Ribosomen. Das Ribosom „liest“ die RNS und fügt Aminosäuren zu einer Kette zusammen.

Diese Kette faltet sich und bildet das Protein. Proteine spielen eine wichtige Rolle im menschlichen Körper. Bei vielen Strukturkomponenten des Körpers handelt es sich um Proteine. Keratin, aus dem unser Haar besteht, ist ein Protein, ebenso wie das Melanin, das unserer Haut und unserem Haar ihre Farbe verleiht. Ribosomen kommen im Zytoplasma sowohl als ungebundene Organellen (was der Zelle Fluidität und Gestalt verleiht) als auch an das endoplasmatische Retikulum gebunden vor.

### **Golgi-Apparat**

Die Aufgabe des Golgi-Apparates ist es, Moleküle oder Proteine für ihre sekretorische Ausschleusung aus der Zelle zu verpacken. Solche Sekretionen dienen als Botschaften von einer Zelle zur anderen.

### **Lysosomen**

Lysosomen bauen Moleküle in der Zelle ab. In menschlichen Zellen bauen Lysosomen organisches Material ab, damit es wieder verwendet werden kann. In der menschlichen Leber wird beispielsweise die Hälfte aller Moleküle in der Zelle wöchentlich recycelt.

### **Mikrotubuli**

Mikrotubuli sind stäbchenförmige Gebilde, die der Zelle verhelfen, ihre Gestalt aufrechtzuerhalten. Mikrotubuli fungieren auch als ein Schienennetzwerk, auf dem andere Moleküle *reisen*, um sich durch die Zelle zu bewegen.

### **Einführende Diskussionen**

Verwenden Sie die Informationen in diesem Abschnitt, um die Diskussion in der Klasse zu erleichtern und den Schülern beim Verstehen des Aufbaus einer tierischen Zelle und des Konzepts der Spezialisierung zu helfen. Eventuell möchten Sie ihnen den Text ganz oder teilweise vorlesen, die darin enthaltenen Informationen paraphrasieren, oder mündliche Fragen stellen, um die Schüler zu Antworten anzuregen. Beziehen Sie sich, sofern erforderlich, auf die Hintergrundinformationen. Das Ziel der Diskussion besteht darin, dass die Schüler die Vielfalt von Zelltypen zu würdigen wissen und lernen, wie die verschiedenen Zellbestandteile die Zelle befähigt, ihre Aufgabe zu erfüllen.

### **Spezialisierung**

*Welches ist die charakteristische Eigenschaft, die alle Lebewesen gemein haben?*

Lebewesen sind aus Zellen, auch „Bausteine des Lebens“ genannt, zusammengesetzt. *Sind alle Zellen gleich?* Ja und nein. Zellen haben viele identische Grundelemente gemeinsam, aber es gibt viele verschiedene Zelltypen, die andere Dinge tun und somit über abweichende Strukturen verfügen. Es ist die Struktur, die es einer Zelle ermöglicht, ihre Funktionen im Körper auszuführen. Die Vorstellung von der Entsprechung von Struktur und Funktion nennt man Spezialisierung.

*Warum ist Spezialisierung wichtig?* Ein Beispiel: Die rote Blutzelle ist aufgrund ihrer runden Form spezialisiert, um Sauerstoff zu allen anderen Zellen im Körper zu transportieren. Sie ist in der Lage, sich zu verdrehen und sich durch enge Passagen im Körper zu bewegen (Arterien und Venen). Rote Blutzellen, die nicht regelrecht geformt sind (z.B. Sichelzellen, die halbmondförmig sind) können sich in Venen und Arterien verfangen und ihre Funktion nicht auf wirksame Weise erfüllen. Eventuell möchten Sie dieses Konzept mit optionalen Übungen unterstützen, *Spezialisierung roter Blutzellen*, siehe unten.

## Optionale Übungen:

### Spezialisierung roter Blutzellen

- Nehmen Sie vor dem Unterricht zwei gleich große Mengen Ton oder Knetmasse und formen Sie einen Teil so, dass er einer regelrechten, runden roten Blutzelle ähnelt. Formen Sie den anderen Teil zu einer halbmondförmigen roten Blutzelle (einer Sichelzelle).
- Wiederholen Sie mit den Schülern das Konzept der Spezialisierung.
- Zeigen Sie Ihren Schülern beide Modelle. Veranlassen Sie sie, die Zellmodelle zu betrachten und diese so zu manövrieren, als würden sie sich durch enge Passagen bewegen. Diskutieren Sie mit Ihren Schülern, wie die Zellfunktion von beiden Zellformen beeinflusst wird. *Nun versteht ihr den Zweck der Zellform, aber wie steht es mit dem, was in der Zelle ist?* Eine Zelle besteht aus mehreren Teilen: dem Zellkern, DNS, der Zellmembran und den Organellen.

### Bauteile tierischer Zellen

Das vorliegende Handbuch enthält zwei Umrissdiagramme von Tierzellen als Kopiervorlagen. Seite 14 des Lehrerhandbuchs ist die beschriftete Version. Seite S-4 (Arbeitsblatt für Schüler) ist unbeschriftet. Verwenden Sie die beschriftete Version als Handout für die Diskussion mit der Klasse und die unbeschriftete als Test oder lassen Sie die Schüler während des regulären Unterrichtes die unbeschriftete Version beschriften. (Beachten Sie, dass es zwischen dem *Tierzell-Diagramm* und dem „*Baggie*“-Zellmodell *Arbeitsblatt* und Modell geringfügige Abweichungen bei den Zellteilen gibt). Fotokopieren Sie das reproduzierbare *Tierzell-Diagramm* Ihrer Wahl und händigen Sie jedem Schüler ein Exemplar aus.

Die Schüler sollen sich auf dieses Diagramm beziehen, während Sie die Bauteile der Tierzelle und die Funktionen der Organellen gemäß der Darstellung im Abschnitt „Hintergrundinformationen“ erklären. Verweisen Sie weiterhin auf das Diagramm, wenn Sie die Bauteile der Zelle in den nachfolgenden Diskussionen und Übungen erklären.

### Bauteile der Zelle: Die Fabrik-Metapher

*Was ist eine Fabrik?* Eine Fabrik ist ein Ort, an dem etwas hergestellt wird. *Inwiefern ist eine Zelle mit einer Fabrik vergleichbar?* Zellen sind wie Fabriken, die Proteine herstellen. Jedes Zellteil kann mit einem Teil einer Fabrik verglichen werden und jedes Teil wird im „*Baggie*“-Zellmodell repräsentiert, welches die Schüler bauen werden. Erstellen Sie eine Tabelle entweder an der Tafel oder mit Overhead-Projektion, um die Vergleiche herauszustellen

(oder veranlassen Sie die Schüler, eine Tabelle in ihren Mitschriften zu erstellen), und zwar mit den Überschriften

„Fabrikbauteile“, „Zellbauteile“ und „Modellbauteile“. Sammeln Sie Vorschläge oder listen Sie die Bauteile einer Fabrik (siehe Beispiel unten) und lassen Sie die Schüler Bauteile einer Zelle benennen, die diesen hinsichtlich Form, Funktion oder Lage entsprechen. In der Gruppe wird die Spalte „Zellbauteile“ ausgefüllt, dann wird beschrieben, welches Objekt das Zellbauteil im Modell, das die Schüler anfertigen werden, repräsentieren soll (siehe Tabelle 1).\*

Fabrikbauteile	Zellbauteile	Modellbauteile
Fabrikwände	Zellmembran	Plastikbeutel
Büro des Firmenchefs	Zellkern	Ei aus Plastik
Firmenchef (Boss)	DNS	Weißes Band
Sekretariat	Raues endoplasmatisches Retikulum	Pfeifenreiniger mit farbigen Perlen
Sekretär(in)	Ribosomen	Farbige Perlen
Träger	Mikrotubuli	Zahnstocher
Fabrikstraßen	Glattes endoplasmatisches Retikulum	Pfeifenreiniger
Rohmaterialien	Nährstoffe/Aminosäuren	Natrium-Polyacrylat
Kraftwerk	Mitochondrien	Kidney-Bohnen
Versandabteilung	Golgi-Apparat	Grünes Garn
Recycling Station	Lysosomen	Alaska-Erbesen
Atmosphäre	Zytoplasma	Geliertes Wasser

Tabelle 1: Fabrik-, Zell- und Modellbauteile im Vergleich

\* Diese Vergleiche sind als Beispiele gedacht und sind vereinfacht und verallgemeinernd zum Zweck dieser Übung. Es ist Ihnen überlassen, Vergleiche auszulassen oder zu verändern oder eine eigene Metapher zu wählen, z.B. eine Schule, eine Stadt oder ein Fahrzeug.

## Unterrichtsanweisungen

### Vor dem Unterricht

- Schneiden Sie das weiße Band (DNS) in Stücke von ca. 1.80 – 2.40 m Länge. Schneiden Sie so viel ab, dass jedes Schülerpaar ein Stück Band bekommt.
- Schneiden Sie das grüne Garn (Golgi-Apparat) in Stücke von ca. 15cm Länge. Schneiden Sie so viel ab, dass jedes Schülerpaar drei Garnstücke bekommt.
- Stellen Sie eine Messstation auf, wo die Schüler 2 Messlöffel Natrium-Polyacrylat abmessen und ihren Messbecher mit ca. 180 ml Wasser auffüllen können.
- Fotokopieren Sie für jeden Schüler einen Satz der *Anweisungen für Schüler*.

### Während des Unterrichts

Zu dieser Lektion werden die Schüler ein Tierzell-Modell bauen, wobei sie die Materialien des Modells, spezifische Zellbestandteile sowie Organellen zueinander in Beziehung setzen sollen. Sobald ein neues Modellteil hinzugefügt wird, wiederholen Sie mit den Schülern die



Struktur und Funktion des dargestellten Zellbestandteils bzw. der Organelle. Die in Einzelschritten zerlegten Anweisungen aus der Kopiervorlage des Schülerarbeitsblattes sind im Folgenden wiedergegeben (siehe unten).

- Händigen Sie jedem Schüler eine Ausfertigung der *Anweisungen für Schüler* aus.
- Händigen Sie jedem Schülerpaar einen Plastikteller aus.
- Lassen Sie die Schüler ein „*Baggie*“ - Zellmodell nach den Anweisungen des Schülerarbeitsblattes bauen.

Nimm die folgenden Materialien für deine Zweiergruppe und lege sie auf euren Plastikteller:

1 Plastikbecher	2 Pfeifenreiniger derselben Farbe
1 Plastikbeutel	3 Stück grünes Garn
20-30 Alaska-Erbse	1 Stück weißes Band
15-20 Kidney-Bohnen	1 Messbecher
20 farbige Perlen	1 Plastik-Ei
5 Zahnstocher	1 Verschlussclip

Lege den Plastikbeutel (Zellmembran) in den Plastikbecher. Falte die Ränder des Plastikbeutels über den Rand des Bechers, wie bei einem Mülleimerbeutel.

Lege die Alaska-Erbse (Lysosomen), Kidney-Bohnen (Mitochondrien), Zahnstocher (Mikrotubuli) und das grüne Garn in den Plastikbeutel hinein, der sich im Plastikbecher befindet.

Nimm 10 farbige Perlen (Ribosomen) und ziehe sie auf einen Pfeifenreiniger (endoplasmatisches Retikulum) auf. Die Perlen sollen jeweils den gleichen Abstand zueinander haben. Biege den Pfeifenreiniger durch mehrfache Faltung so, dass er in seiner Form dem endoplasmatischen Retikulum ähnelt. Lege den gebogenen Pfeifenreiniger mit den farbigen Perlen (raues endoplasmatisches Retikulum) in den Plastikbeutel, der sich im Plastikbecher befindet.

Biege die übrigen Pfeifenreiniger so, dass sie in ihrer Form dem endoplasmatischen Retikulum ähneln. Lege die gebogenen Pfeifenreiniger (glattes endoplasmatisches Retikulum) in den Plastikbeutel, der sich im Plastikbecher befindet.

Lege die übrigen farbigen Perlen (Ribosomen) in den Plastikbeutel, der sich im Plastikbecher befindet.

Trage deinen Becher (mit dem darin befindlichen Plastikbeutel) zur Messstation. Füge zwei gestrichene Messlöffel Natrium-Polyacrylat (Nährstoffe, Aminosäuren) in den Plastikbeutel, der sich im Plastikbecher befindet.

Nimm das weiße Band (DNS) und lege es in das Plastik-Ei hinein (Zellkern). Verschließe das Ei fest und lege es beiseite.

Fülle deinen Messbecher mit ca. 180 ml Wasser. Gieße das Wasser vorsichtig in den Plastikbeutel, der sich im Plastikbecher befindet. Das Natrium-Polyacrylat, das du in Schritt 7 hinzugefügt hast, wird im Wasser aufquellen und dem Wasser eine gelartige Konsistenz verleihen.

Setze das Plastik-Ei (Zellkern mit DNS) in den Plastikbeutel, der sich noch immer im Plastikbecher befinden sollte. Das Ei wird auf der Oberfläche des Wassers schwimmen.

Hebe den Plastikbeutel vorsichtig aus dem Becher heraus. Verschließe den Beutel langsam, indem du alle Luft aus dem Beutel drückst, während du ihn verschließt.

Knete den Boden des Beutels vorsichtig, um das Gelieren des Wassers zu unterstützen. Gib Acht, dass die Zahnstocher oder Pfeifenreiniger nicht den Beutel perforieren. Das gelierte Wasser stellt das Zytoplasma der Zelle dar.

Rolle das überschüssige Plastik am Kopf des Beutels durch wiederholtes Einfalten ein. Versee das eingefaltete Plastik mit einem Verschlussclip.

Jetzt hast du ein Tierzell-Modell gebaut ! Untersuche dein „Beutel-Modell“ der Zelle und seine Komponenten, indem du es in deinen Händen hin und her bewegst.

### Fragen für weiterführende Diskussionen

1. Welche Materialien hätte man alternativ zum Bau des Zellmodells benutzen können?
2. Glaubst du, dass das Modell das Erscheinungsbild einer Zelle akkurat wiedergibt?
3. Abgesehen von einer Fabrik, mit welchen anderen Orten oder Dingen ließe sich eine Zelle vergleichen?
4. Kannst du dir Menschen, Tiere oder Maschinen vorstellen, die ebenfalls auf ihre Weise spezialisiert sind? Was können sie gut? Welchen Eigenschaften verdanken sie ihre Fähigkeit, eine Aufgabe gut zu lösen?

### Anschlussübungen

1. Verfahren Sie nach der Methode dieses Bausatzes und lassen Sie Ihre Schüler ein Pflanzenzell-Modell erstellen. Lassen Sie sie anschließend die strukturellen Unterschiede zwischen Pflanzenzellen und Tierzellen vergleichen.
2. Lassen Sie Ihre Schüler eigene Ideen hervorbringen, um ein Modell auf andere Weise zu bauen. Einige Vorschläge:
  - Man verwende essbare Gelatine und Früchte bzw. Fruchtcocktail, um ein essbares Zellmodell zu bauen.
  - Man kann auch einen „Zellmodell“ – Kuchen backen. Backen Sie den Kuchen und erlauben Sie ihren Schülern, die oberste Lage so zu dekorieren, dass der Kuchen wie eine Zelle aussieht.
  - Erstellen Sie ein Zellmodell aus einem großen Schwamm und gewöhnlichen Gegenständen, wie etwa Knöpfen, Perlen, Murmeln, Wattebauschen und Gummibändern.

- Ordnen Sie jedem Schüler eine Organelle oder eine spezialisierte menschliche Zelle zu, um mehr über sie zu erfahren. Lassen Sie die Schüler Illustrationen sammeln und/oder mündliche oder schriftliche Berichte über die Organelle oder Zelle anfertigen.
- Ermöglichen Sie den Schülern, Tier- und Pflanzenzellen unter dem Mikroskop zu beobachten.
- Vergleichen Sie die Funktionen des Körpers mit denen einer Zelle. Zum Beispiel:

<u>Menschliches Körperteil</u>	<u>Funktion</u>	<u>Teil der Zelle</u>
Lungen Atmung	Mitochondrien	
Nieren Ausscheidung	Zellmembran	

### Lernerfolgsfragen

- Lassen Sie Ihre Schüler das kopierbare Handout auf Seite S-3 dieses Handbuchs ausfüllen, das Arbeitsblatt zum „Baggie“ –Zellmodell. *Dies wird ihre Kenntnisse aufzeigen und wiedergeben, was sie in der Übung gelernt haben.*
- Lassen Sie Ihre Schüler eine Tierzelle zeichnen und die Teile der Zelle beschriften. *Die Zeichnungen werden sich unterscheiden.*
- Benenne vier spezialisierte Zelltypen, ihre Formen sowie die Funktionen, die sie erfüllen. *Rote Blutzellen sind abgerundet, damit sie Sauerstoff durch das enge Kreislaufsystem transportieren können. Weiße Blutzellen verfügen über empfindliche Zellmembrane und Proteine, die den Körper vor Infektionen schützen oder Antikörper zur Abwehr von Infektionen bilden. Neuronen haben lange Verzweigungen, damit sie im ganzen Körper Informationen senden und empfangen können. Muskelzellen sind lang gestreckt, schmal und gebündelt, damit Muskelgruppen sich dehnen und kontrahieren können und dem Körper ermöglichen, sich zu bewegen.*
- Was bedeutet Spezialisierung?  
*Spezialisierung bedeutet, dass jede Zelle eine spezifische Aufgabe erfüllt und dass diese Aufgabe sich in der Form der Zelle selbst widerspiegelt.*

### Glossar

**Desoxyribonukleinsäure** — DNS, das Erbmateriale einer Zelle; DNS ist Träger der genetischen Information für die zelluläre Proteinbiosynthese

**Endoplasmatisches Retikulum** — das Netzwerk aus Röhren und Hohlräumen, durch die sich Moleküle in der Zelle bewegen

**Golgi-Apparat** — die Organelle, die Moleküle und Proteine zur sekretorischen Ausschleusung aus der Zelle verpackt

**Lysosom** — eine von Membranen umgebene Blase, die Enzyme zum Abbau von wieder verwertbarem organischen Material enthält

**Microtubuli** — gerade, hohle Stäbchen, die sich im Zytoplasma eukaryotischer Zellen befinden, zur Formgebung der Zelle beitragen und Stützfunktion haben; Mikrotubuli fungieren als „Schienen“, entlang derer andere Moleküle „reisen“

**Mitochondrien** — (Einzahl: Mitochondrium) Organellen in eukaryotischen Zellen, die verantwortlich sind für die Umwandlung von Blutzucker in reine, für die Zelle nutzbare Energie

**Organelle** — mikroskopisch kleine Organe einer Zelle; jedes hat eine spezialisierte Funktion bzw. spezialisierte Funktionen

**Ribosomen** — Organellen, an denen Proteine gebildet werden (Proteinbiosynthese)

**Spezialisierung** — in der Biologie das „Prinzip der Entsprechung von Struktur und Funktion“, wonach jede Zelle eine spezifische Aufgabe zu erfüllen hat und sich diese Aufgabe in der Gestalt der Zelle selbst widerspiegelt

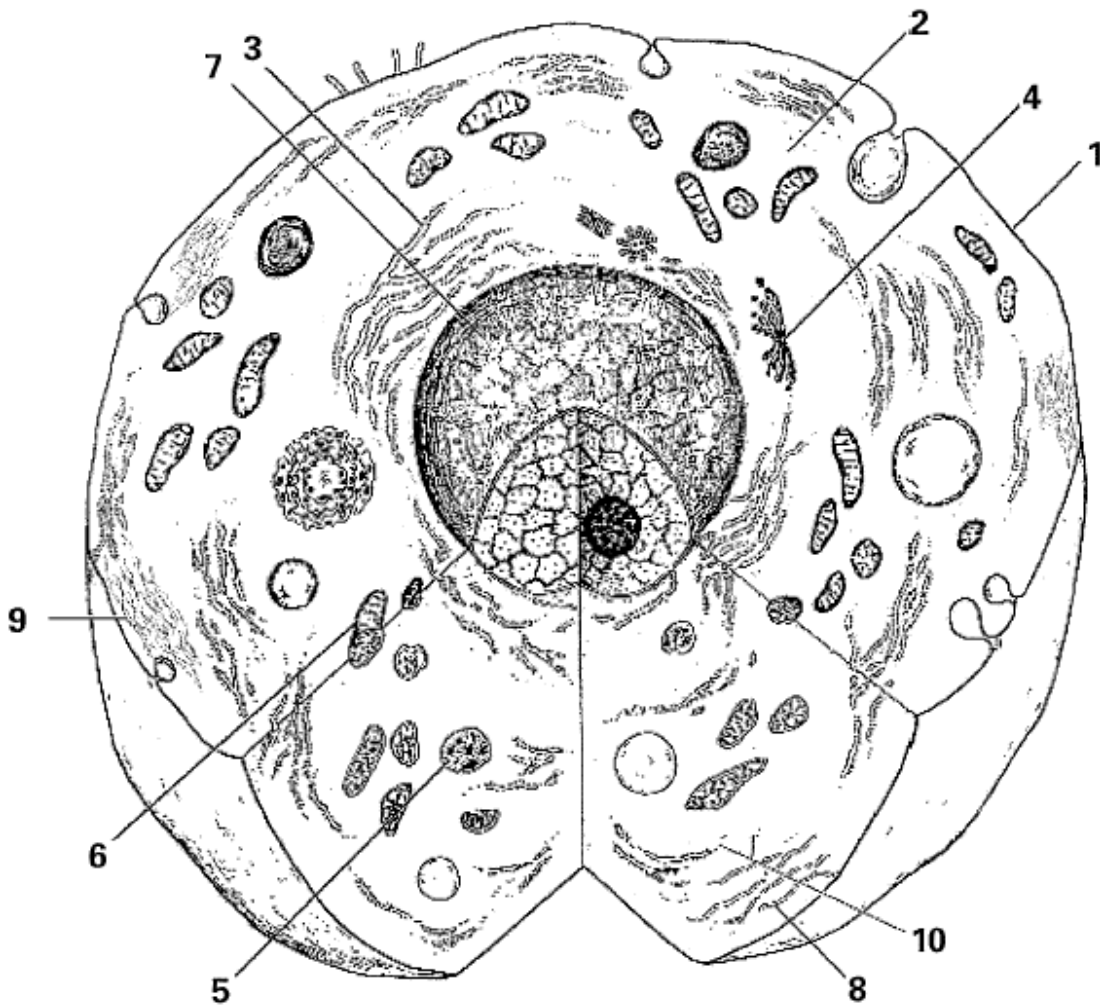
**Zelle** — die elementare Struktur- und Funktionseinheit von Organismen

**Zellkern** — das Kontrollzentrum einer Zelle; er enthält die DNS der Zelle

**Zellmembran** — die weiche, flexible Struktur, die als selektive Barriere fungiert und das Innere einer Zelle schützt

**Zytoplasma** — alle Zellinhalte einer Zelle, die sich außerhalb des Zellkerns, aber innerhalb der Plasmamembran befinden

**Diagramm einer Tierzelle**



- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 1. Zellmembran                       | 6. Mitochondrium                       |
| 2. Zytoplasma                        | 7. Zellkern                            |
| 3. Raues endoplasmatisches Retikulum | 8. Glattes endoplasmatisches Retikulum |
| 4. Golgi-Apparat                     | 9. Mikrotunuli                         |
| 5. Lysosom                           | 10. Ribosomen                          |