

ZELLEN SIND TRUMPF!

Unterrichtsaktivitäten zur Zellbiologie
für Sekundarstufe I und II



VIENNA
OPEN LAB

Das molekularbiologische Mitmachlabor am Vienna BioCenter

© 2020 Vienna Open Lab. Alle Urheber- und Leistungsschutzrechte sind vorbehalten. Dieses Unterrichtspaket ist für die Verwendung in Schulen und Bildungseinrichtungen gedacht. Die Vervielfältigung ist nur für den Unterricht bestimmt. Etwaige andere Verwendungen bedürfen einer Bewilligung.

Stand: Mai 2020

Die Entwicklung dieses Unterrichtspakets wurde gefördert von:

 **Bundesministerium**
Bildung, Wissenschaft
und Forschung

 **Bundesministerium**
Digitalisierung und
Wirtschaftsstandort



Sehr geehrte Pädagoginnen und Pädagogen,

menschliche Zellen sind komplexer, als sich manch einer vorstellen kann. Um genau diese Vielfalt zu vermitteln, haben wir das Kartenspiel *Zell-Trumpf* entwickelt. Ziel dieses Spiels ist es, Zellen und ihre Besonderheiten kennenzulernen.

Das vorliegende Unterrichtspaket stellt eine Ergänzung zum Kartenspiel dar. Es soll eine Unterstützung für Sie sein, um altersadäquate und spielerische Möglichkeiten der Vermittlung von Zellbiologie kennenzulernen und Anknüpfungspunkte für Ihren Unterricht zu finden. Sie finden darin auch Anregungen, wie Sie die Zelle fächerübergreifend in den Unterricht einbauen können.

Die Aktivitäten sind nummeriert und mit Buchstaben versehen. Für ➡ Aktivität 6 sind das beispielsweise:

B6 = Beschreibung für PädagogInnen

A6 = dazugehöriges Arbeitsblatt

L6 = Lösungsblatt

Sie finden bei der jeweiligen Beschreibung auch Einschätzungen zur Dauer sowie Materialbedarf, Vermittlungsziele und mögliche Anknüpfungspunkte innerhalb des Unterrichtspakets (letztere sind, wenn sie mit ➡ markiert sind, im PDF auch anklickbar und führen zu den jeweiligen Seiten).

Zusätzlich ist auch eine Einordnung in Sekundarstufe 1 und/oder 2 angegeben. Einige Aktivitäten bieten auch Vorschläge, wie man sie für unterschiedliche Altersgruppen anpassen kann.

Das Kartenspiel *Zell-Trumpf* erhalten Sie kostenlos im Vienna Open Lab. Die Stückzahl ist auf vier Kartensets pro PädagogIn beschränkt. Neben der persönlichen Abholung ist auch eine postalische Zusendung auf Ihre Kosten möglich. Kontaktieren Sie uns vorab unter der unten angegebenen Telefonnummer/E-Mail-Adresse.

Beachten Sie, dass das Unterrichtspaket nur für Unterrichtszwecke eingesetzt werden darf. Die Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte ist nur für den Unterricht bestimmt. Das Copyright liegt beim Vienna Open Lab. Etwaige andere Verwendungen bedürfen einer Bewilligung.

Sollten Sie Anmerkungen und Feedback zu diesem Unterrichtspaket haben, kontaktieren Sie uns gerne. Wir freuen uns über Rückmeldungen. Wenn Sie praktische Experimente (auch, aber nicht ausschließlich zum Thema Zellen) durchführen wollen, besuchen Sie uns mit Ihrer Schulklasse:



Vienna Open Lab

Dr. Bohr-Gasse 3

1030 Wien

E-Mail: office@viennaopenlab.at

Website: www.viennaopenlab.at

Telefon: +43 (0)1 790 44 4591

Bürozeiten:

Montag bis Freitag: 9.00h bis 17.00h

Samstag, Sonntag und feiertags geschlossen

Inhalt

I.	Zell-Trumpf spielen: Ablauf & Regeln	5
II.	Aktivitäten	7
1.	Mindmap zur Zelle: Wissensevaluierung „vorher“ und „nachher“	7
2.	Zu welchem Gewebe gehört diese Zelle?	9
3.	Zell-Steckbrief	13
4.	Designe eine eigene Spielkarte.....	15
5.	Recherchiere und entdecke die Funktionen der Zelle	18
6.	Einfache und knifflige Zell-Rätsel	22
7.	Spiel: Welche Zelle bin ich?	36
8.	Leben kleine Zellen länger? – Zusammenhänge finden	37
9.	Bilderrätsel und Fehlersuchbilder	42
10.	Arten der Mikroskopie – Zellbilder sortieren und interpretieren	49
11.	Kahoot-Quiz: Diversität menschlicher Zellen und Zellaufbau.....	53
12.	Diskussionsspiel zum Thema Stammzellen	58
III.	Aktivitäten für fächerübergreifenden Unterricht: Zellen jenseits der Biologie	60
13.	Mathematik und Informatik.....	60
14.	Englisch und Ethik.....	63
15.	Geschichte und Latein.....	64
16.	Textiles Werken.....	66
17.	Physik und Technisches Werken.....	70
18.	Bildnerische Erziehung	71
IV.	Anhang	72
	Hintergrundinformationen & FAQ zu <i>Zell-Trumpf</i>	72
	Spielkarten im Überblick	75
	Bildrechte	81

I. Zell-Trumpf spielen: Ablauf & Regeln

⇒ **Empfohlen für:** Sekundarstufe I und II

⇒ **Dauer:** 1 Unterrichtseinheit (reguläre Spieldauer ca. 15-20 Minuten + Einführung und anschließende Diskussion)

⇒ **Materialien:** Zell-Trumpf-Karten (1 Set pro Gruppe, idealerweise 4 bis 5 SchülerInnen)

⇒ **Vermittlungsziele:** Menschliche Zelltypen und ihre Diversität (auch hinsichtlich Größe, Anzahl, Produktion und Lebensdauer) kennenlernen

⇒ **Mögliche Anknüpfungspunkte:** Ausgangspunkt für das gesamte Unterrichtspaket – vorab sind
 ↻ Aktivität 1 und ↻ Aktivität 2 als Einstieg möglich

Einbettung in den Unterricht

1. Ob Sie *Zell-Trumpf* im Anschluss an andere Aktivitäten des Unterrichtspakets mit Ihren SchülerInnen spielen oder es als Einstieg in das Thema (tierische) Zelle nutzen – teilen Sie Ihre Klasse in Gruppen von 4 bis 5 SchülerInnen ein. Größere Gruppen sind bei dieser Kartenanzahl (26 Karten) nicht ratsam. Empfehlenswert ist auch eine gruppenweise Anordnung der Tische.
2. Erklären Sie vorab die untenstehenden Spielregeln¹ und legen Sie eine **Zeit für das Spielende** fest. Empfehlenswert ist eine Spieldauer von 15 bis 20 Minuten. Mögliche Varianten des Spiels finden Sie auf Seite 6.
3. Planen Sie anschließend Raum für eine kurze **Diskussion** ein:
 - a. Was ist den SchülerInnen aufgefallen?
 - b. Gab es besondere Eigenschaften einer Zelle, die ihnen vorab nicht bekannt waren? Sind ihnen besondere Extreme (z.B. sehr hohe Anzahl, sehr geringe Größe) aufgefallen?
 - c. Sind einige Punkte oder Inhalte unklar/nicht verständlich? Gibt es Inhalte, die im weiteren Unterricht noch besprochen werden sollten?
4. Interessant ist es auch, *Zell-Trumpf* am Ende der Unterrichtseinheiten zum Thema Zelle noch einmal zu spielen. Die SchülerInnen werden sicherlich die Erfahrung machen, dass einige Karten und spezielle Werte im Gedächtnis bleiben. So wird das Spiel dynamischer und schneller ablaufen.



¹ Hier können Sie auch auf die Erfahrungen der SchülerInnen zurückgreifen. Vielen ist das Trumpf-Spielformat schon bekannt (beispielsweise mit Autos).

Spielablauf

Die folgenden Spielregeln finden Sie in verkürzter Form auch auf zwei Spielkarten im Set.

Die Karten werden gemischt und gleichmäßig auf die SpielerInnen aufgeteilt. Die Karten werden nicht in die Hand genommen, sondern jeweils als Stapel vor die SpielerInnen gelegt. Alle SpielerInnen nehmen die oberste Karte von ihrem Stapel auf (ohne diese zu zeigen). Die restlichen Karten bleiben verdeckt.

Der oder die Jüngste beginnt und liest den Namen sowie die Besonderheit der auf der Karte abgebildeten Zelle vor. Dann wählt er/sie ein Merkmal und nennt den dazugehörigen Wert. Nun nennen alle MitspielerInnen reihum zuerst Namen und Besonderheit der Zelle und dann den entsprechenden Wert auf ihrer Karte.

Unbekannte bzw. noch nicht erforschte Größen stellen einen besonders niedrigen Wert dar. Wer den höchsten Wert (z.B. die größte Zelle oder die längste Lebensdauer) besitzt, gewinnt den Stich und erhält somit alle Karten dieser Spielrunde. Diese werden unter den eigenen Stapel gelegt. Der/die GewinnerIn des Stichts startet mit der nächsten Ansage.

Spezialfall

Besitzen zwei SpielerInnen Karten mit demselben höchsten Wert, so spielen nur diese beiden eine Entscheidungsrunde mit einem anderen Wert der gleichen Karte. Der/Die SpielerIn, der/die zuvor angesagt hat, sucht die zu vergleichende Rubrik aus. Der/Die SiegerIn dieser Runde gewinnt alle Karten dieser Runde.

Ende des Spiels

Wer keine Karten mehr hat, scheidet aus. SiegerIn ist, wer zum Schluss (nach Ende festgelegten Zeitrahmens) die meisten Karten besitzt.

Ziel des Spiels

Spielt man *Zell-Trumpf* regelmäßig, bleiben nicht nur die Zellnamen und Funktionen in Erinnerung. Man bekommt auch ein Gefühl für die Zellgrößen und Teilungsraten und kennt besonders gute Werte, die die Wahrscheinlichkeit eines Stichts erhöhen.

Mögliche Stolpersteine im Spielverlauf

Das Kartendeck besteht aus 26 Karten. Bei mehr als zwei SpielerInnen bekommt daher nicht jedeR gleich viele Karten. Beim Trumpf-Spielprinzip ist das jedoch sekundär. Sollte es die SchülerInnen stören, können Sie beispielsweise die Keimzellen (Spielkarte E1 und E2) aussortieren und erhalten damit 24 Karten.

In den Spielregeln ist es so vorgesehen, dass jeweils der/die Jüngste beginnt. Wenn Sie das Spiel mehrmals spielen möchten, können Sie alternativ festlegen, dass beispielsweise jeweils die Person links vom Geber/von der Geberin beginnt und reihum gegeben wird.

⇒ Varianten des Spiels

1. Alternativ kann man zu Beginn des Spiels auch die Zahl zu spielender Runden festlegen und es gewinnt die Person, die am Ende des Spiels die meisten Karten hat. Theoretisch kann auch so lange gespielt werden, bis eine Person alle Karten hat – das könnte aber den Rahmen einer Unterrichtsstunde sprengen.
 2. Möchten Sie zum Einstieg eine einfachere Spielvariante, um die Karten erst einmal kennenzulernen und sich mit den Zellnamen vertraut zu machen? Mit dem vorliegenden Set ist es auch möglich, ein Quartett zu spielen. Dabei müssen jeweils alle vier Vertreter einer Zellart gesucht werden. Sortieren Sie dazu die Keimzellen aus oder geben Sie vorab an, dass bei einer Zellart nur zwei Karten vorhanden sind.
-

II. Aktivitäten

1. Mindmap zur Zelle: Wissensevaluierung „vorher“ und „nachher“

- ⇒ **Empfohlen für:** Sekundarstufe I, evtl. auch Sekundarstufe II
- ⇒ **Dauer:** Zweimal 10-15 Minuten (am Beginn und am Ende des Themenblocks Zelle)
- ⇒ **Materialien:** keine Speziellen notwendig – 1-2 Blätter Papier pro SchülerIn
- ⇒ **Vermittlungsziele:** Wissensevaluierung vor und nach dem Themenblock Zelle – Die SchülerInnen erkennen, welches Wissen dazu schon besteht bzw. danach, was sie gelernt haben.
- ⇒ **Mögliche Anknüpfungspunkte:** als Einstieg ins Thema möglich und gut mit ↻ Aktivität 2 zu verbinden

Wissensevaluierung „vorher“

In den Kursen des Vienna Open Labs hat es sich bewährt, das Vorwissen der SchülerInnen am Beginn eines Themenblocks in Form eines **Brainstormings** abzufragen. Bei jüngeren SchülerInnen in der Unterstufe lässt sich erkennen, welches Wissen schon außerhalb der Schule gesammelt wurde. Für die älteren SchülerInnen in der Oberstufe kann es hingegen eine Möglichkeit sein, Wissen aus den vergangenen Jahren zu aktivieren und bereits gelernte Inhalte zu wiederholen.

Dazu eignet sich ein **Mindmap**: Die SchülerInnen schreiben in die Mitte eines Blatt Papier bzw. in das Biologieheft das Wort „ZELLE“. Geben Sie den Auftrag, alles zu notieren, was ihnen dazu einfällt. Dabei ist es egal, wie viel oder wenig das ist. Manchmal fällt den SchülerInnen mehr ein, als sie zuerst denken. Wer möchte, kann auch zusammenpassende Begriffe gruppieren.

Wissensevaluierung „nachher“

Am Ende des Themenblocks Zelle kann zur Wiederholung das Mindmap ein weiteres Mal gemacht werden: Wie viel ist bei den SchülerInnen inhaltlich hängen geblieben? Wie viel neues Wissen ist dazugekommen? Das lässt sich damit erfragen. Lassen Sie die SchülerInnen selbst vergleichen, ob sich ihr Wissen erhöht hat (Selbstreflexion).

⇒ **Alternativen:** Machen Sie das Mindmap zum Einstieg mit der gesamten Klasse an der Tafel. Oder nutzen Sie Die Methode für ein anderes Thema, das sie erarbeiten wollen.

Beispiel-Mindmaps

Die Mindmaps auf der Folgeseite sind im Rahmen von mehrtägigen Workshops für Kinder zwischen 11 und 13 Jahre rund um die Themen Zelle, DNA und Mikroskopieren entstanden. Bei den „Nachher-Mindmaps“ sind grundsätzlich mehr Begriffe festzustellen, wenn auch oft schon sehr im Detail. Interessant ist auch, dass häufig der Begriff „Gefängniszelle“ genannt wird. Das bietet sich dazu an, die Herkunft des Wortes² zu besprechen.

² Der Begriff „Zelle“ stammt vom englischen Naturforscher Robert Hooke. Dieser beschrieb in seinem 1665 erschienen Buch „Micrographia“ seine mikroskopischen Beobachtungen und nannte die Zellen des Korks „cellulae“ (Singular „cellula“) –

„Vorher“	„Nachher“
<p>A hand-drawn mindmap with 'ZELLE' in a blue box. Branches include: Pilz, Pflanzen, DNA, Einzeller, Tiere, and Photosynthese.</p>	<p>A hand-drawn mindmap with 'ZELLE' in a cloud shape. Branches include: SSX, SSB, Golgi-Apparat, Mitochondrien, DNA, Enzyme, RNA, Chloroplasten, and Zellwand. 'Einzeller' is also written to the right.</p>
<p>A hand-drawn mindmap with 'Zelle' in the center. Branches include: Gefäßans, Ribosom, Mitochondrien, Plagma, and Zellkern.</p>	<p>A hand-drawn mindmap with 'ZELLE' in an oval. Branches include: Zellwand, Endoplasmatisches Retikulum, Zellkern, DNA, Tierische Zelle, Pflanzliche Zelle, and Hundert Milliarden.</p>
<p>A hand-drawn mindmap with 'Zelle' in a cloud shape. Branches include: Kammzelle, Leber, Gefäßans, einzeller, and Zellenkern.</p>	<p>A hand-drawn mindmap with 'Zelle' in a cloud shape. Branches include: ER, Enzyme, Golgi-Apparat, Zellkern, DNA, Ribonucleinsäure, Mikroskop, Glas, Wasser, Kondylome, and H₂O.</p>

lateinisch für Kämmerchen, aber auch für Mönchszellen. Somit ist der Begriff Gefängniszelle sprachlich durchaus zum Thema passend.

2. Zu welchem Gewebe gehört diese Zelle?

⇒ **Empfohlen für:** Sekundarstufe I

⇒ **Dauer:** abhängig von der Ausführung ca. 20-30 Minuten

⇒ **Materialien:** ausgedrucktes ↻ Arbeitsblatt A2 (auch als Poster möglich), ggf. Spielkarte „Zellarten im Überblick“

⇒ **Vermittlungsziele:** Zellen mit Geweben in Relationen setzen und daher in einem größeren Kontext sehen

⇒ **Mögliche Anknüpfungspunkte:** als Einstieg ins Thema möglich und gut mit ↻ Aktivität 1 zu verbinden

Wie bekommt man einen Überblick über Gewebe- und Zellarten?

Die Diversität menschlicher/tierischer Zellen ist größer, als es sich viele SchülerInnen vorstellen. In den meisten Schulbüchern wird zwar ausführlich der Aufbau der tierischen Zelle besprochen, jedoch nicht darauf eingegangen, dass es viele unterschiedliche Zellarten (auch Zelltypen genannt) gibt. Der grundsätzliche Aufbau ist zwar ähnlich, aber nicht gleich. So werden die SchülerInnen im Laufe des Spielens erkennen, dass es im menschlichen Körper Zellen ohne Zellkern (rote Blutkörperchen, Blutplättchen) oder auch welche mit mehreren Zellkernen (Muskelzellen, Osteoklasten) gibt. Ebenso kann die Anzahl an Organellen variieren (z.B. mehr Mitochondrien bei sehr aktiven Zellen wie Nervenzellen oder Muskelzellen).

Diese Diversität könnte aber auch ein wenig überfordernd sein. Entsprechend kann man, bevor man *Zell-Trumpf* spielt, eine gemeinsame Sammlung von Gewebe und Zellen vornehmen. Dazu bieten sich die zwei nachfolgenden Methoden an.

Zell-Sammlung ausgehend von Gewebearten

Gerade bei jüngeren SchülerInnen ist es sinnvoll, zuerst einen Überblick über den menschlichen Körper zu bekommen. Es bietet sich daher an, gemeinsam Körperteile bzw. eigentlich **Körpergewebe zu sammeln**. Es kann hier passieren, dass zunächst an Körperteile wie Arme, Beine, aber auch Organe gedacht wird. Gewebe kennen die SchülerInnen oft nicht. Besprechen Sie mit oder ohne Arbeitsblatt A2 die vier Grundgewebetypen:

- Nervengewebe
- Muskelgewebe
- Binde- und Stützgewebe
- Epithelgewebe

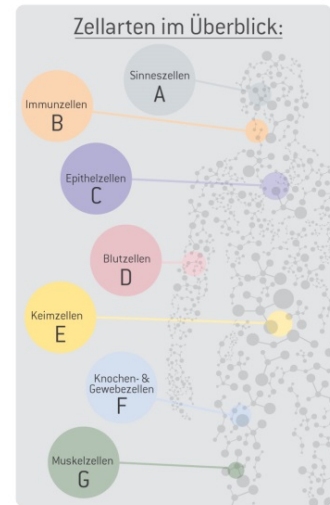
Zu erklären ist sicherlich der Begriff Epithel. Anschließend geben Sie den SchülerInnen die Aufgabe, die verschiedenen Zellen in *Zell-Trumpf* den Geweben zuzuordnen – Welche Karten gehören beispielsweise zum Epithelgewebe? Dazu können Sie ↻ Arbeitsblatt A2 auch auf Postergröße ausdrucken. JedeR in der Klasse bekommt eine Karte, die er/sie zuordnen muss.

⇒ **Für Profis:** Lassen Sie die SchülerInnen auch die Organe den Geweben zuordnen. Hier werden Sie erkennen, dass Organe aus unterschiedlichen Geweben und Zellen gebildet werden.

Zell-Sammlung ausgehend von Zellarten

Bei älteren SchülerInnen mit mehr Vorwissen lässt sich schon an andere Stelle ansetzen: Nehmen Sie sich die Spielkarte „Zellarten im Überblick“ zur Hand oder teilen Sie diese an die SchülerInnen aus. Gruppenweise oder gemeinsam an der Tafel können dazu passende Zellen gesammelt werden. Welche Sinneszellen kennen die SchülerInnen, kennen sie auch Blutzellen usw.? Anschließend können die Ergebnisse mit den Zellen auf den Karten verglichen bzw. ergänzt werden.

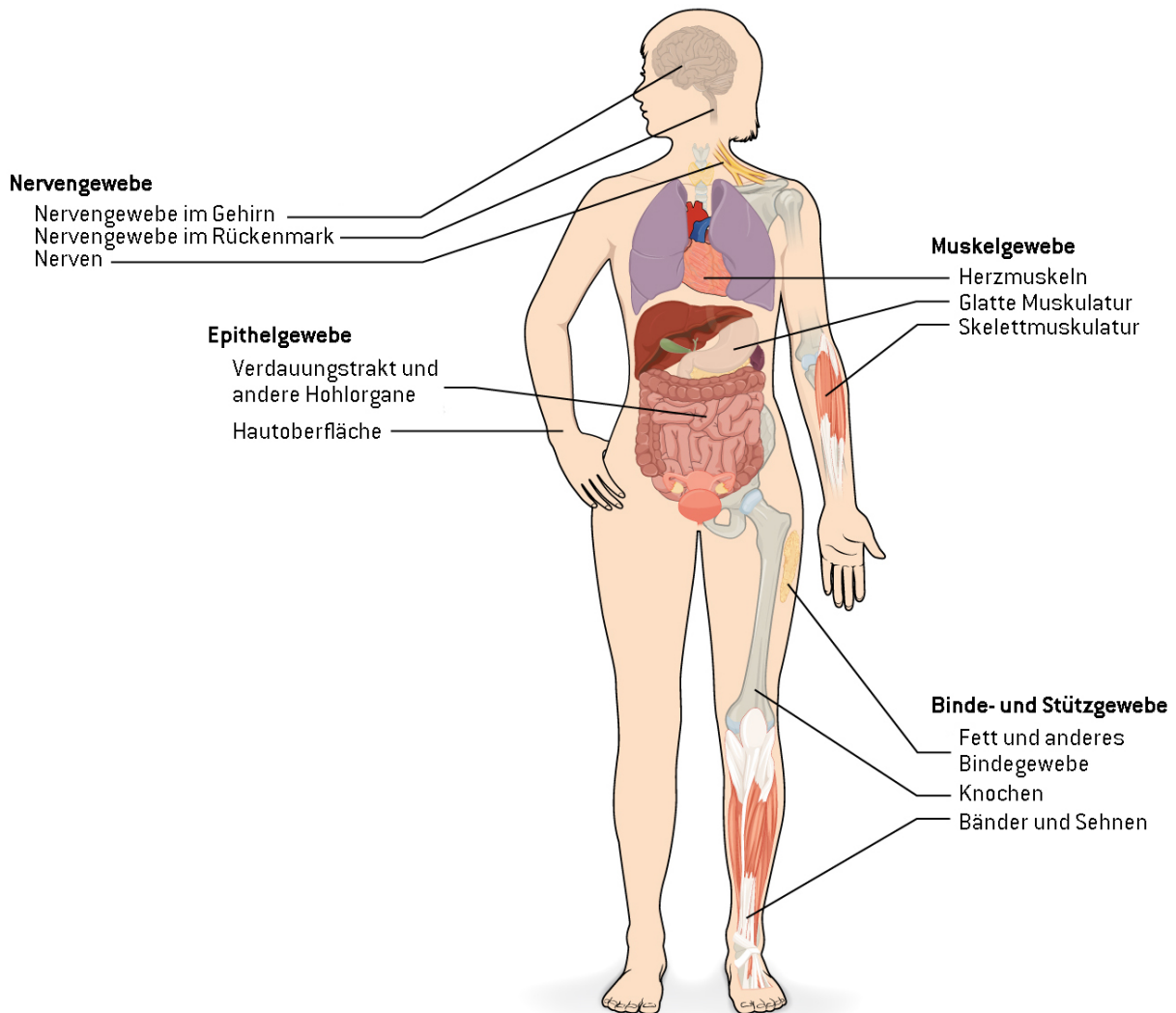
⇒ **Für Profis:** Lassen Sie die SchülerInnen selbst recherchieren, welche Zelltypen es gibt. Vielleicht fällt ihnen dabei auch auf, dass die Unterteilung in die sieben Zellarten bei *Zell-Trumpf* nicht vollständig ist.³ Es ließe sich auch die Einteilung diskutieren (siehe dazu auch die FAQ im Anhang).



³ Das Spiel erhebt nicht den Anspruch, vollständig zu sein – der menschliche Körper besteht aus ca. 200 Zelltypen. Ziel ist es, grundsätzlich die Diversität aufzuzeigen. Dass mit *Zell-Trumpf* nicht alle Zelltypen abgedeckt werden, kann man den SchülerInnen durchaus vermitteln. Sie können das auch mit der Aktivität 4 verbinden.

Wie passen die Zellen zu den Gewebetypen?

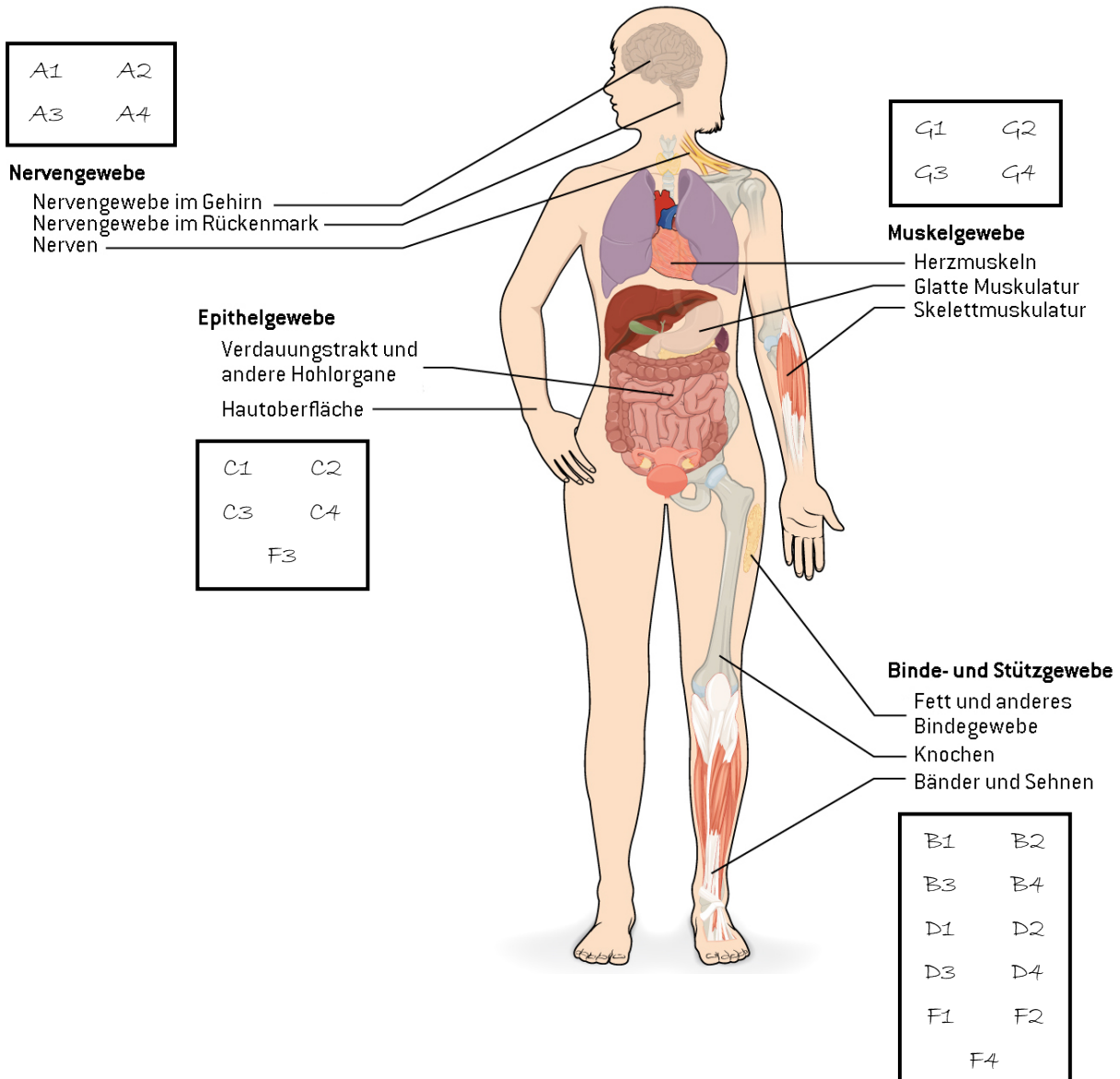
Zellen mit gleicher Funktion bilden ein Gewebe. Man unterscheidet vier Grundgewebetypen. Kannst du die Zellen auf den Karten den Geweben in der Abbildung⁴ zuordnen?



⁴ Adaptiert von By penStax College - Anatomy & Physiology, Connexions Website. <http://cnx.org/content/col11496/1.6/>, Jun 19, 2013., CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30131223>

Wie passen die Zellen zu den Gewebetypen?

Zellen mit gleicher Funktion bilden ein Gewebe. Man unterscheidet vier Grundgewebetypen. Kannst du die Zellen auf den Karten den Geweben in der Abbildung⁵ zuordnen?



Obwohl in der Abbildung nicht eingezeichnet, zählt man auch das Blut zum Bindegewebe – eine mögliche Schwierigkeit für die SchülerInnen. Außerdem wird eine Problematik deutlich: Karte F3 (Becherzellen) gehören zum Epithelgewebe. Für das Spiel wurde als siebte Kategorie jene der „Knochen- und Gewebzellen“ geschaffen – man könnte die Becherzellen aber in die Kategorie der Epithelzellen einordnen (siehe dazu auch die FAQ im Anhang). Hier ist demnach auch eine Diskussion mit den SchülerInnen möglich.

⁵ Adaptiert von By penStax College - Anatomy & Physiology, Connexions Website. <http://cnx.org/content/col11496/1.6/>, Jun 19, 2013., CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30131223>

3. Zell-Steckbrief

- ⇒ **Empfohlen für:** Sekundarstufe I; bei Zellen, die nicht Teil von *Zell-Trumpf* sind, auch Sekundarstufe II
- ⇒ **Dauer:** 1 Unterrichtseinheit
- ⇒ **Materialien:** ausgedrucktes ➔ Arbeitsblatt A3, Recherchemöglichkeit
- ⇒ **Vermittlungsziele:** sich mit einem Zelltyp im Detail beschäftigen, Recherche betreiben (und ggf. die Grenzen kennenlernen)
- ⇒ **Mögliche Anknüpfungspunkte:** Kombination mit ➔ Aktivität 4, ➔ Aktivität 5 und fächerübergreifend mit Bildnerischer Erziehung (➔ Aktivität 18) möglich; Vorgehensweise bei der Internetrecherche

Welche Zelle gefällt den SchülerInnen ganz besonders? Diese können sie in einen Steckbrief umwandeln – eine Vorlage finden sie dazu auf der Folgeseite. Ausgefüllte Steckbriefe können Sie in der Klasse auch aufhängen, wenn gewünscht. Das Bild der Zelle können die SchülerInnen nicht nur ausdrucken, sondern auch im Kunst-Unterricht selbst gestalten ➔ Aktivität 18.

Diese Aufgabe bietet unterschiedliche Schwierigkeitsgrade und Möglichkeiten in der Umsetzung:

- **EINFACH:** Übertragen eines Karteninhalts in den Steckbrief
- **MITTEL:** Funktionen selbst recherchieren und nicht nur die Anzahl angeben
- **SCHWIERIG:** Gibt es eine Zelle, die den SchülerInnen oder Ihnen im Deck fehlt? Unabhängig von einer Spielkarte betreiben sie selbst Recherche. Bei dieser Aufgabe können sie schnell an Grenzen stoßen (siehe dazu anschließend auch ➔ Aktivität 4).

Zell-Steckbrief

Name: _____

Fachbegriff: _____

Anzahl: _____

(auf einen 70 kg schweren Mann berechnet)



Größe: _____

Lebensdauer: _____

Produktion: _____

Funktion(en): _____

Welche Besonderheit habe ich? _____

Welche Funktionen habe ich? _____

4. Designe eine eigene Spielkarte

- ⇒ **Empfohlen für:** Sekundarstufe I; bei Zellen, die nicht Teil von *Zell-Trumpf* sind, auch Sekundarstufe II
- ⇒ **Dauer:** 1 Unterrichtseinheit
- ⇒ **Materialien:** Ausgedruckte Spielkarten-Vorlagen (↻ Arbeitsblatt A4), Recherche- und Druckmöglichkeit
- ⇒ **Vermittlungsziele:** Sich mit einem Zelltyp im Detail beschäftigen, Recherche betreiben (und ggf. die Grenzen kennenlernen)
- ⇒ **Mögliche Anknüpfungspunkte:** Kombination mit ↻ Aktivität 3, ↻ Aktivität 5 und fächerübergreifend mit Bildnerischer Erziehung (↻ Aktivität 18) möglich; Vorgehensweise bei der Internetrecherche

Je öfter *Zell-Trumpf* gespielt wird, desto mehr Zellnamen und Besonderheiten bleiben bei den SchülerInnen in Erinnerung. Aber auch eine eigene Recherche fördert das Erinnerungsvermögen: **Welche Zelle fehlt Ihnen oder den SchülerInnen im Deck?** Lassen Sie diese von den SchülerInnen selbst erstellen und designen. Sie können dazu die Vorlagen auf Seite 16 verwenden oder auch nicht mehr benötigte Spielkarten (z.B. die Spielanleitung) überkleben. Zellbilder können die SchülerInnen selbst zeichnen oder ausdrucken.

Mögliche Stolpersteine

Die SchülerInnen könnten in ihrer Recherche schnell an Grenzen stoßen. Vielfach gibt es keine Zahlen zu einem Zelltyp – oder man findet nur Schätzungen bzw. unzuverlässige Quellen. Der Einstieg der Recherche sollte daher über einen einfacheren Zelltyp erfolgen. Die Zahlen sind bei den Blutzellen größtenteils einfach zu recherchieren, da sie biologisch/medizinisch relevant und daher gut erforscht sind. Wenn tatsächlich keine Quelle gefunden werden kann, verwendet man die Angabe „unbekannt“ – so wie es auch manches Mal auf den Spielkarten angegeben ist. Sollten sich SchülerInnen beim Spielen geärgert haben, weil ein Wert unbekannt war, werden sie hier nun den Grund dafür nachvollziehen können.

-
- ⇒ **Für Profis:** Die Recherche kann eine gute Übung für vorwissenschaftliche Arbeiten sein. Verbinden Sie diese Aktivität mit Informationen und evtl. einer Diskussion – „Wie recherchiere ich richtig?“ Empfehlenswert ist dazu der von Open Science erstellte Leitfaden zur Internetrecherche: <https://www.openscience.or.at/link/leitfaden>
-

Druckvorlage: Eine eigene Spielkarte designen – Vorderseite

Zellbild	_____
	Anzahl:
	Zellgröße:
	Lebensdauer:
	Produktion: Funktion(en): Besonderheit:

Zellbild	_____
	Anzahl:
	Zellgröße:
	Lebensdauer:
	Produktion: Funktion(en): Besonderheit:

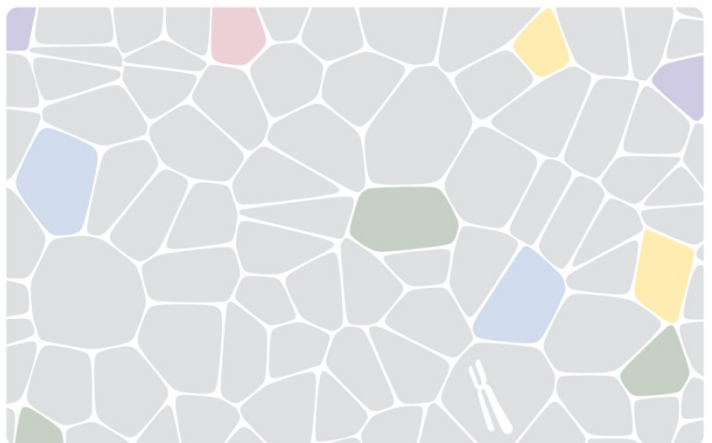
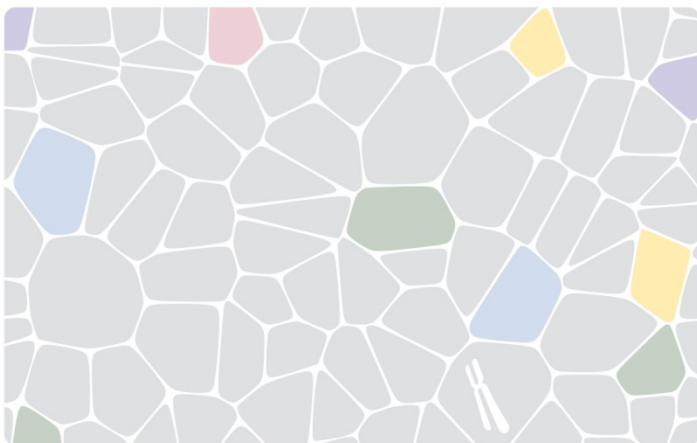
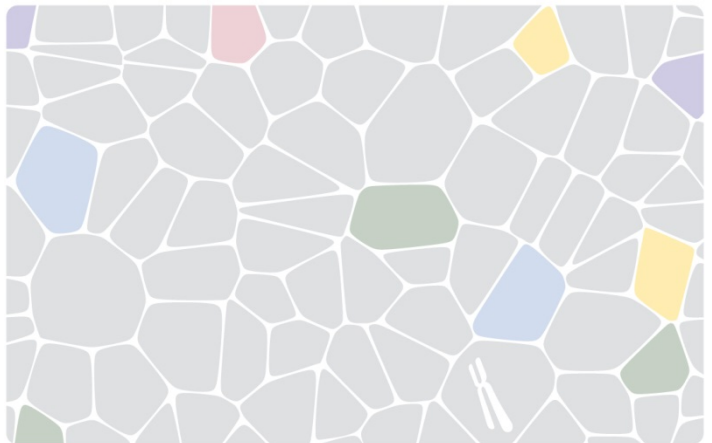
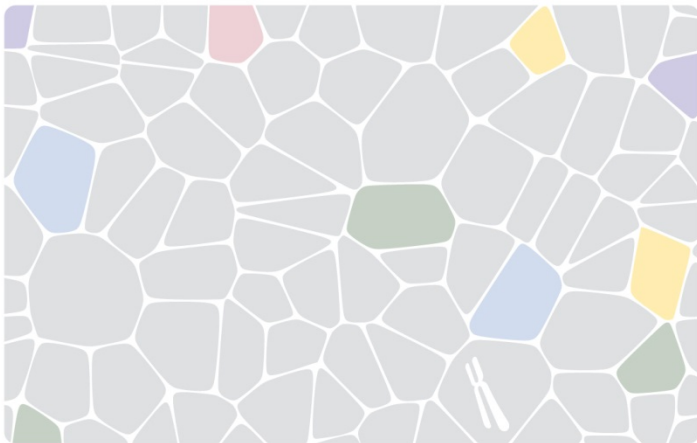
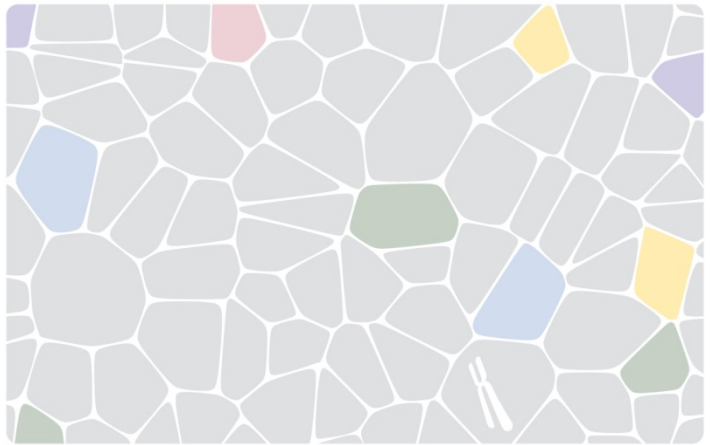
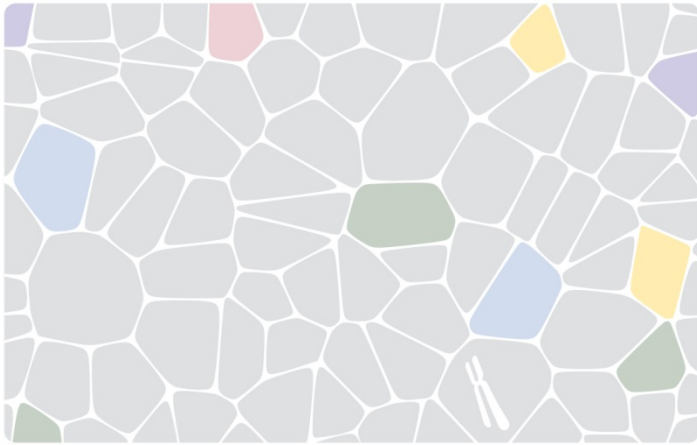
Zellbild	_____
	Anzahl:
	Zellgröße:
	Lebensdauer:
	Produktion: Funktion(en): Besonderheit:

Zellbild	_____
	Anzahl:
	Zellgröße:
	Lebensdauer:
	Produktion: Funktion(en): Besonderheit:

Zellbild	_____
	Anzahl:
	Zellgröße:
	Lebensdauer:
	Produktion: Funktion(en): Besonderheit:

Zellbild	_____
	Anzahl:
	Zellgröße:
	Lebensdauer:
	Produktion: Funktion(en): Besonderheit:

Druckvorlage: Eine eigene Spielkarte designen – Rückseite



5. Recherchiere und entdecke die Funktionen der Zelle

- ⇒ **Empfohlen für:** Sekundarstufe II; Sekundarstufe I bei viel Vorwissen (z.B. 4. Klasse)
- ⇒ **Dauer:** abhängig von der Ausführung – Zuordnungsspiel mit Nachbesprechung dauert ca. 25 Minuten, mit der Rechercheaufgabe sicher 1 Unterrichtseinheit
- ⇒ **Materialien:** Ausgedruckte Funktionskärtchen (☞ Arbeitsblatt A5), Recherchemöglichkeit
- ⇒ **Vermittlungsziele:** Funktionen der Zellen im Detail kennenlernen und ein Bewusstsein für die Komplexität bekommen
- ⇒ **Mögliche Anknüpfungspunkte:** vor ☞ Aktivität 3 und ☞ Aktivität 4 möglich, um das Erstellen der Steckbriefe bzw. der eigenen Karten zu erleichtern

Der Platz auf den Spielkarten von *Zell-Trumpf* ist limitiert. Entsprechend findet man dort nur die Anzahl der Funktionen. Aber welche Funktionen haben die Zellen nun? Das werden sich die SchülerInnen manchmal auch fragen. Für Sie zum Nachlesen finden Sie die Funktionen gemeinsam mit den anderen Kategorien (Größe, Anzahl etc.) in der ☞ Übersichtstabelle im Anhang. In der Spielentwicklung ist es teilweise notwendig gewesen, die Funktionen auf das Wesentliche zu reduzieren: auf die Hauptaufgabe der Zellen. Detailfunktionen wurden dabei nicht mitgezählt.

Um die Funktionen der Zellen kennenzulernen, bieten sich u.a. die folgenden Möglichkeiten an:

1. Sie verwenden die **Funktionskärtchen** auf den Folgeseiten (☞ Arbeitsblatt A5). Auch hier steht das Spielerische im Vordergrund: Die SchülerInnen sollen die 26 Funktionskärtchen den 26 *Zell-Trumpf*-Spielkarten zuordnen. Dabei können die Funktionen gezählt werden, womit durch das Ausschlussprinzip die Aufgabe etwas erleichtert wird. Dennoch muss man sich die Funktionen auch durchlesen und lernt so die Zellen genauer kennen. Die Auflösung für das Spiel können Sie ☞ Lösungsblatt L5 entnehmen.
2. **Recherche:** Sie können den Arbeitsauftrag geben, Details zu den bereits angegebenen Funktionen zu recherchieren – z.B. Was ist Phagozytose? Wozu benötigt man Melanin? Was ist ein Antigen? Es gibt hier sicher genügend Begriffe, die unbekannt sind.
Wenn Sie mehr Zeit investieren und Ihre SchülerInnen fordern wollen, können Sie ohne die Kärtchen arbeiten und die Funktionen komplett von den SchülerInnen selbst recherchieren lassen. Jede Schülerin/jeder Schüler recherchiert die Funktionen von 1-2 Zellen. Anschließend werden die Ergebnisse gesammelt und nachbesprochen.

⇒ **Für Profis:** Die Recherche kann eine gute Übung für vorwissenschaftliche Arbeiten sein. Verbinden Sie diese Aktivität mit Informationen und evtl. einer Diskussion – „Wie recherchiere ich richtig?“ Empfehlenswert ist dazu der von Open Science erstellte Leitfaden zur Internetrecherche: <https://www.openscience.or.at/link/leitfaden>

Druckvorlage: Funktionskärtchen

<p>1</p> <p>Reizaufnahme und -weiterleitung an das Gehirn</p>	<p>2</p> <p>Produktion von Antikörpern, Erkennung und Präsentation von Antigenen</p>	<p>3</p> <p>Phagozytose, Antigenpräsentation, Rekrutierung von Granulozyten, Aktivierung von T-Helfer-Zellen, Wundheilung</p>
<p>4</p> <p>Wasser-, Salz- und Nährstoffaufnahme, Sekretion von Antikörpern, Aufnahme und Verarbeitung von Antigenen</p>	<p>5</p> <p>Aufnahme und Zerstörung von Fremdstoffen, Antigenpräsentation, Vorläufer für Makrophagen</p>	<p>6</p> <p>Reizaufnahme und -weiterleitung an das Gehirn</p>
<p>7</p> <p>Befruchtung der Eizelle zur Weitergabe des männlichen Erbguts</p>	<p>8</p> <p>Erkennung und Präsentation von Antigenen, Stimulierung von T- und B-Zellen</p>	<p>9</p> <p>Produktion und Verteilung von Melanin (UV-Schutz), Regulation anderer Hautzellen</p>
<p>10</p> <p>Kontrolle der Herzkontraktion bzw. -frequenz</p>	<p>11</p> <p>Reizaufnahme und -weiterleitung an das Gehirn</p>	<p>12</p> <p>Energiespeicherung in Form von Fett, Hormonausschüttung</p>

<p>1 3</p> <p>Schleimproduktion im Darm und in den Atemwegen</p>	<p>1 4</p> <p>Aufbau des Knorpels, Stützfunktion</p>	<p>1 5</p> <p>Resorption von Knochensubstanz (Knochenabbau)</p>
<p>1 6</p> <p>Entgiftung, Fettsäuresynthese, Gallensäuresynthese, Proteinsynthese</p>	<p>1 7</p> <p>Muskelkontraktion (nicht willkürlich steuerbar)</p>	<p>1 8</p> <p>Reizaufnahme und -weiterleitung an das Gehirn</p>
<p>1 9</p> <p>Sauerstoff- und CO₂-Transport</p>	<p>2 0</p> <p>Gasaustausch, Produktion eines Lungenoberflächen-Stoffs, Verstoffwechslung von Fremdstoffen, Wassertransport, Regeneration von Lungenepithel nach Verletzungen</p>	<p>2 1</p> <p>Muskelkontraktion (willkürlich steuerbar)</p>
<p>2 2</p> <p>Erkennung körperfremder Stoffe, Informationsweitergabe, Zerstörung von Tumorzellen oder virusinfizierter Zellen, Regulation der Immunabwehr, Informationsspeicherung</p>	<p>2 3</p> <p>Zerstörung und Beseitigung von Bakterien und toten Zellen, Anlocken von Monozyten und Makrophagen</p>	<p>2 4</p> <p>Verschmelzung mit Samenzellen zur Weitergabe des weiblichen Erbguts</p>
<p>2 5</p> <p>Blutgerinnung, Aufnahme von Fremdstoffen, Senden von Botenstoffen an die Immunabwehr</p>	<p>2 6</p> <p>Kontraktion der Gefäße</p>	

Funktionen & Zellen zuordnen

1 Sinneszellen (Karten A1-A4)	2 B-Zellen (Karte B1)	3 Riesenfresszellen (Karte B3)
4 Saumzellen des Darms (Karte C4)	5 Monozyten (Karte D3)	6 Sinneszellen (Karten A1-A4)
7 Samenzellen (Karte E1)	8 Dendritische Zellen (Karte B4)	9 Pigmentzellen (Karte C1)
10 Herzmuskelzellen (Karte G3)	11 Sinneszellen (Karten A1-A4)	12 Fettzellen (Karte F2)
13 Becherzellen (Karte F3)	14 Knorpelzellen (Karte F1)	15 Osteoklasten (Karte F4)
16 Leberepithelzellen (Karte C2)	17 Zellen der glatten Muskulatur (Karte G1)	18 Sinneszellen (Karten A1-A4)
19 Rote Blutkörperchen (Karte D1)	20 Alveolarepithelzellen (Karte C3)	21 Skelettmuskelzellen (Karte G2)
22 T-Zellen (Karte B2)	23 Weiße Blutkörperchen (Karte D2)	24 Eizelle (Karte E2)
25 Blutplättchen (Karte D4)	26 Gefäßmuskelzellen (Karte G4)	

6. Einfache und knifflige Zell-Rätsel

- ⇒ **Empfohlen für:** Sekundarstufe I und II (Details siehe untenstehende Tabelle)
- ⇒ **Dauer:** 15 Minuten pro Arbeitsblatt
- ⇒ **Materialien:** ausgedrucktes Arbeitsblatt für jede Schülerin/jeden Schüler
- ⇒ **Vermittlungsziele:** Zell-Typen und ihre Namen verinnerlichen
- ⇒ **Mögliche Anknüpfungspunkte:** direkt nach dem Spiel oder zur Wiederholung am Ende des Themenblocks Zelle

Zur Verinnerlichung vieler Fachbegriffe können Rätsel, die sich konkret mit den neu gehörten Wörtern auseinandersetzen, sinnvoll sein. Sie erfordern aber auch eine gewisse sprachliche Kompetenz. Entsprechend wurde darauf geachtet, sprachlich einfachere und komplexere Rätsel zu gestalten.

Folgende Arbeitsblätter inkl. Lösungen stehen Ihnen zur Verfügung:

Rätsel	Inhalt	Schwierigkeitsgrad
Wortsuchrätsel ➔ Arbeitsblatt A6.1	Zehn Begriffe zum Thema Zelle finden – Wörter sind vorgegeben	Einfach
Wortsuchrätsel ➔ Arbeitsblatt A6.2	Zehn Begriffe zum Thema Zelle finden – Wörter sind nicht vorgegeben	Mittel
Wortsuchrätsel ➔ Arbeitsblatt A6.3	Zehn Fachbegriffe zum Thema Zelle finden – Wörter sind vorgegeben, aber lateinische und griechische Bezeichnungen sind gesucht	Mittel
Wortsuchrätsel ➔ Arbeitsblatt A6.4	Zehn Fachbegriffe zum Thema Zelle finden – Wörter sind nicht vorgegeben und komplex	Schwierig
Kreuzworträtsel ➔ Arbeitsblatt A6.5	„Rund um die Zelle“: ⇒ enthält auch allgemeine Fragen zum Thema Zelle (nicht nur auf <i>Zell-Trumpf</i> bezogen) ⇒ Lösungswort „Zellkern“ ermöglicht, über Zellkerne zu sprechen (z.B. Welche Zellen haben keinen/einen/mehrere Kerne/e?)	Einfach bis mittel
Kreuzworträtsel ➔ Arbeitsblatt A6.6	„Die Vielfalt menschlicher Zellen“: ⇒ Fragen beziehen sich konkret auf die Inhalte von <i>Zell-Trumpf</i> ⇒ Lösungswort „Zellteilung“ liefert Anknüpfungspunkte zum Thema Vermehrung von Zellen und Produktion (evtl. auch Stammzellen)	Schwierig
Zellen stellen sich vor... ➔ Arbeitsblatt A6.7	⇒ Beschreibungen von Zellen, die „sich selbst vorstellen“ (könnte man alternativ auch Satz für Satz als Rätsel vorlesen) ⇒ Liste von realen und ausgedachten Zellnamen	Einfach bis mittel

Wortsuchrätsel: Finde die Zell-Begriffe!

Zehn Begriffe zum Thema Zelle könnt ihr in diesem Rätsel entdecken. Aber Achtung: Die Wörter können auch von unten nach oben und von rechts nach links gelesen werden.

Diese Wörter verstecken sich hier:

Mikroskop	Eizelle	Haarsinneszelle	Blutkörperchen	Knorpelzelle
Riesenfresszelle	Herzmuskelzelle	Mikrometer	Fettzelle	Pigmentzelle

A 15x15 grid of letters for a word search puzzle. The grid is as follows:

					X	Y	E	O	J	O									
			Z	F	N	N	X	K	Q	S	H	F							
		S	E	M	B	G	M	N	E	B	H	F	G						
	Y	A	X	T	L	J	Z	Y	L	T	D	C	C	F					
	H	E	R	Z	M	U	S	K	E	L	Z	E	L	L	E	R			
V	X	K	C	X	T	T	J	H	O	E	J	S	Y	O	L	F	P		
J	V	S	O	X	W	K	R	U	R	Z	K	W	D	E	L	R	D		
X	C	X	R	P	H	C	O	K	N	Y	S	I	D	G	R	E	E	E	J
U	E	L	L	E	Z	S	E	N	N	I	S	R	A	A	H	Z	T	Z	E
P	O	Q	Z	O	G	S	R	O	N	Y	E	Q	B	P	I	T	E	K	M
V	T	Z	N	W	G	N	P	R	F	A	R	J	E	O	K	N	M	V	B
X	M	N	H	K	E	L	E	P	E	T	F	Y	L	K	G	E	O	M	H
U	A	R	R	V	K	R	R	E	T	O	N	Q	L	S	V	M	R	K	R
	C	Y	M	I	G	T	C	L	T	F	E	B	E	O	Y	G	K	S	
	E	W	F	Y	I	V	H	Z	Z	E	S	Y	Z	R	R	I	I	C	
		J	Q	J	I	Y	E	E	E	W	E	E	I	K	Q	P	M		
			A	K	Q	D	N	L	L	B	I	D	E	I	P	G			
				O	X	M	Q	L	L	A	R	G	P	M	Y				
					Z	N	C	E	E	S	I	K	J	L					
						I	P	G	X	V	P								

Aufgabe für Schnelle: Ergänze unten, zu welcher Art von Gewebe/Zellart man die jeweiligen Zellen zuordnet.

Eizelle: _____

Herzmuskelzelle: _____

Pigmentzelle: _____

Rote/weiße Blutkörperchen: _____

Riesenfresszelle: _____

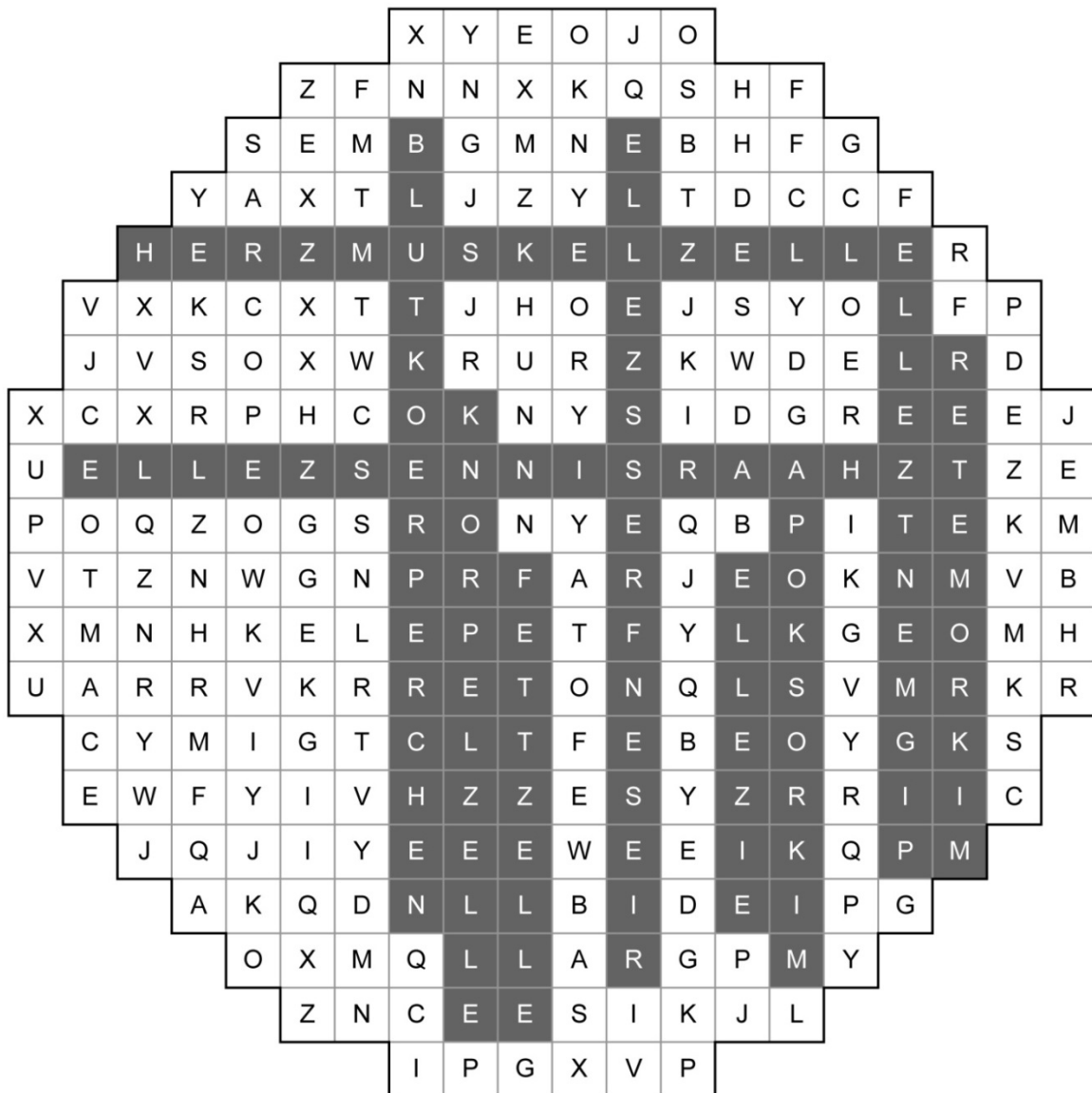
Fettzelle: _____

Wortsuchrätsel: Finde die Zell-Begriffe!

Zehn Begriffe zum Thema Zelle könnt ihr in diesem Rätsel entdecken. Aber Achtung: Die Wörter können auch von unten nach oben und von rechts nach links gelesen werden.

Diese Wörter verstecken sich hier:

Mikroskop	Eizelle	Haarsinneszelle	Blutkörperchen	Knorpelzelle
Riesenfresszelle	Herzmuskelzelle	Mikrometer	Fettzelle	Pigmentzelle



Aufgabe für Schnelle: Ergänze unten, zu welcher Art von Gewebe/Zellart man die jeweiligen Zellen zuordnet.

Eizelle: Keimzellen

Herzmuskelzelle: Muskelgewebe

Pigmentzelle: Epithelgewebe

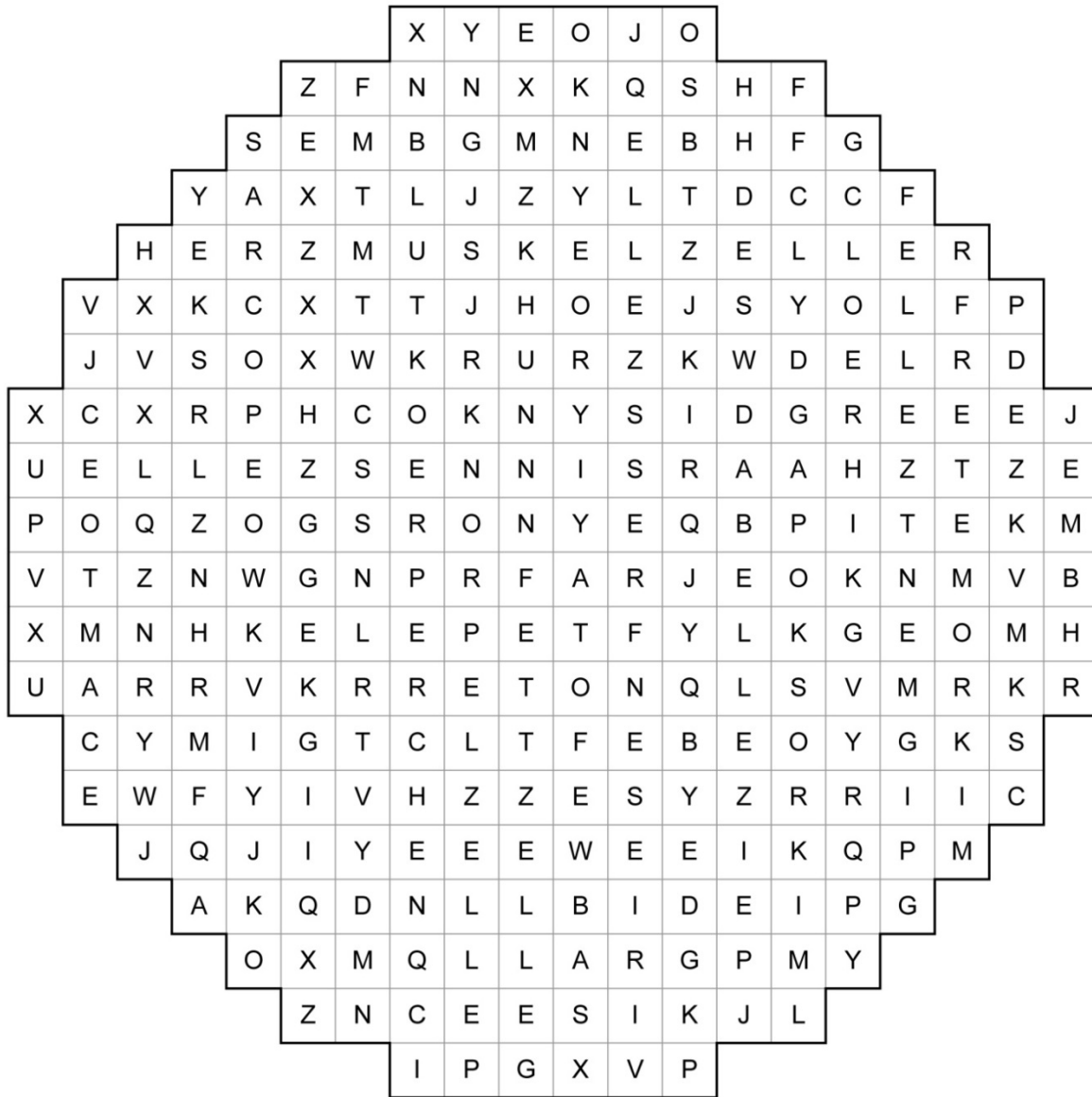
Rote/weiße Blutkörperchen: Blutzellen

Riesenfresszelle: Immunzellen

Fettzelle: Bindegewebszellen

Wortsuchrätsel: Welche Begriffe verstecken sich hier?

Zehn Begriffe zum Thema Zelle könnt ihr in diesem Rätsel entdecken. Aber Achtung: Die Wörter können auch von unten nach oben und von rechts nach links gelesen werden.

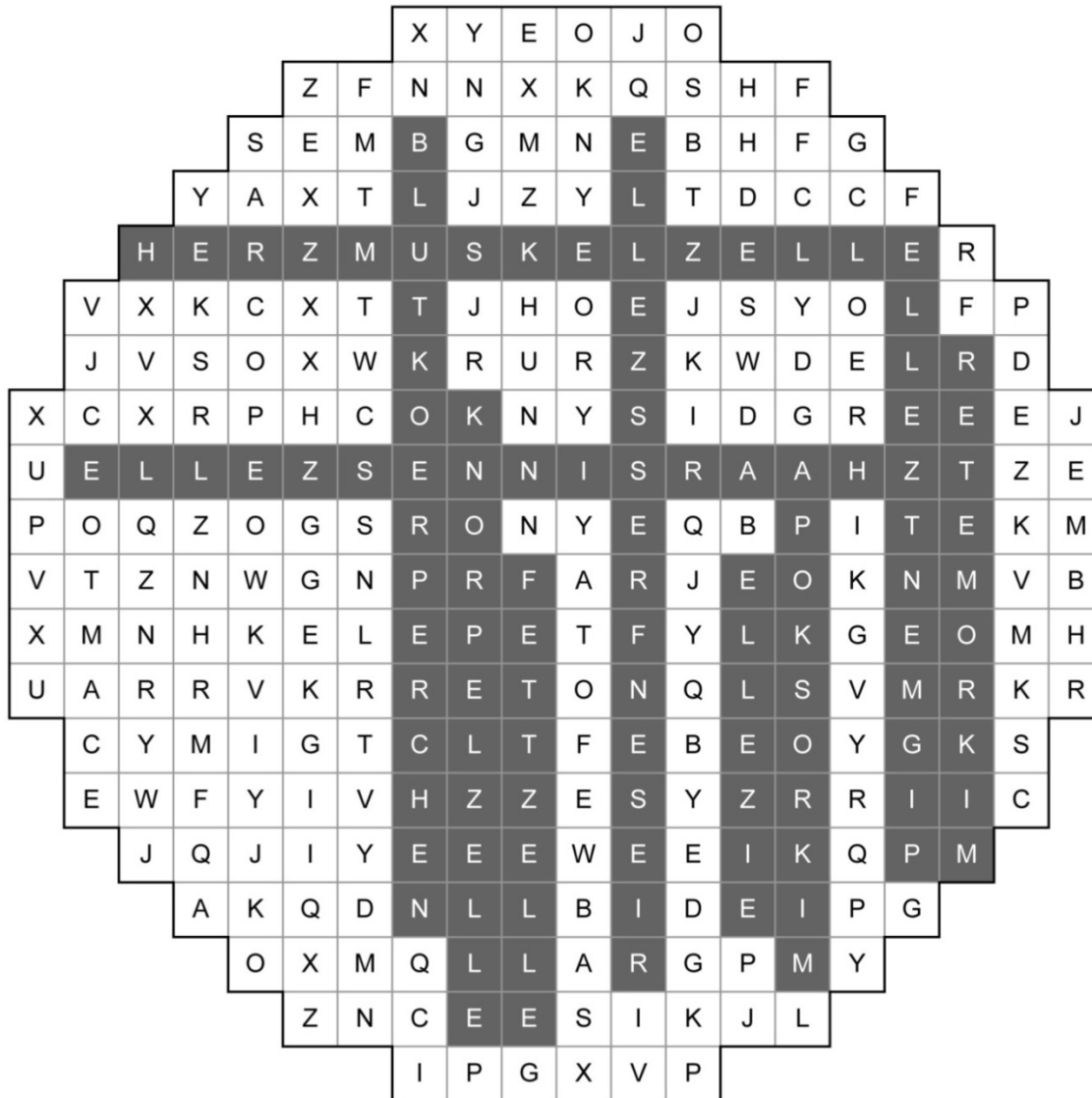


Aufgabe für Schnelle: Schreibe in die Tabelle die Namen der gefundenen Zellen auf und ergänze die Fachbegriffe.

Deutscher Name	Fachbegriff

Wortsuchrätsel: Welche Begriffe verstecken sich hier?

Zehn Begriffe zum Thema Zelle könnt ihr in diesem Rätsel entdecken. Aber Achtung: Die Wörter können auch von unten nach oben und von rechts nach links gelesen werden.



Aufgabe für Schnelle: Schreibe in die Tabelle die Namen der gefundenen Zellen auf und ergänze die Fachbegriffe.

Deutscher Name	Fachbegriff
Riesenfresszelle	Makrophage
Eizelle	Oocyte
Fettzelle	Adipocyt
Herzmuskelzelle	Cardio-Myozyt
Knorpelzelle	Chondrozyt
Pigmentzelle	Melanozyt

Blutkörperchen sind hier nicht angeführt, da nicht angegeben ist, ob rote oder weiße damit gemeint sind. Für die Haarsinneszellen gibt es keinen konkreten Fachbegriff.

Wortsuchrätsel: Finde die Zell-Fachbegriffe!

Zehn lateinische oder griechische Bezeichnungen für Zellen könnt ihr in diesem Rätsel entdecken. Aber Achtung: Die Wörter können auch von unten nach oben und von rechts nach links gelesen werden.

Diese Wörter verstecken sich hier:

Lymphozyt	Makrophage	Melanozyt	Hepatozyt	Erythrozyt
Oozyte	Adipozyt	Myozyt	Thrombozyt	Chondrozyt

The crossword puzzle grid is as follows:

```

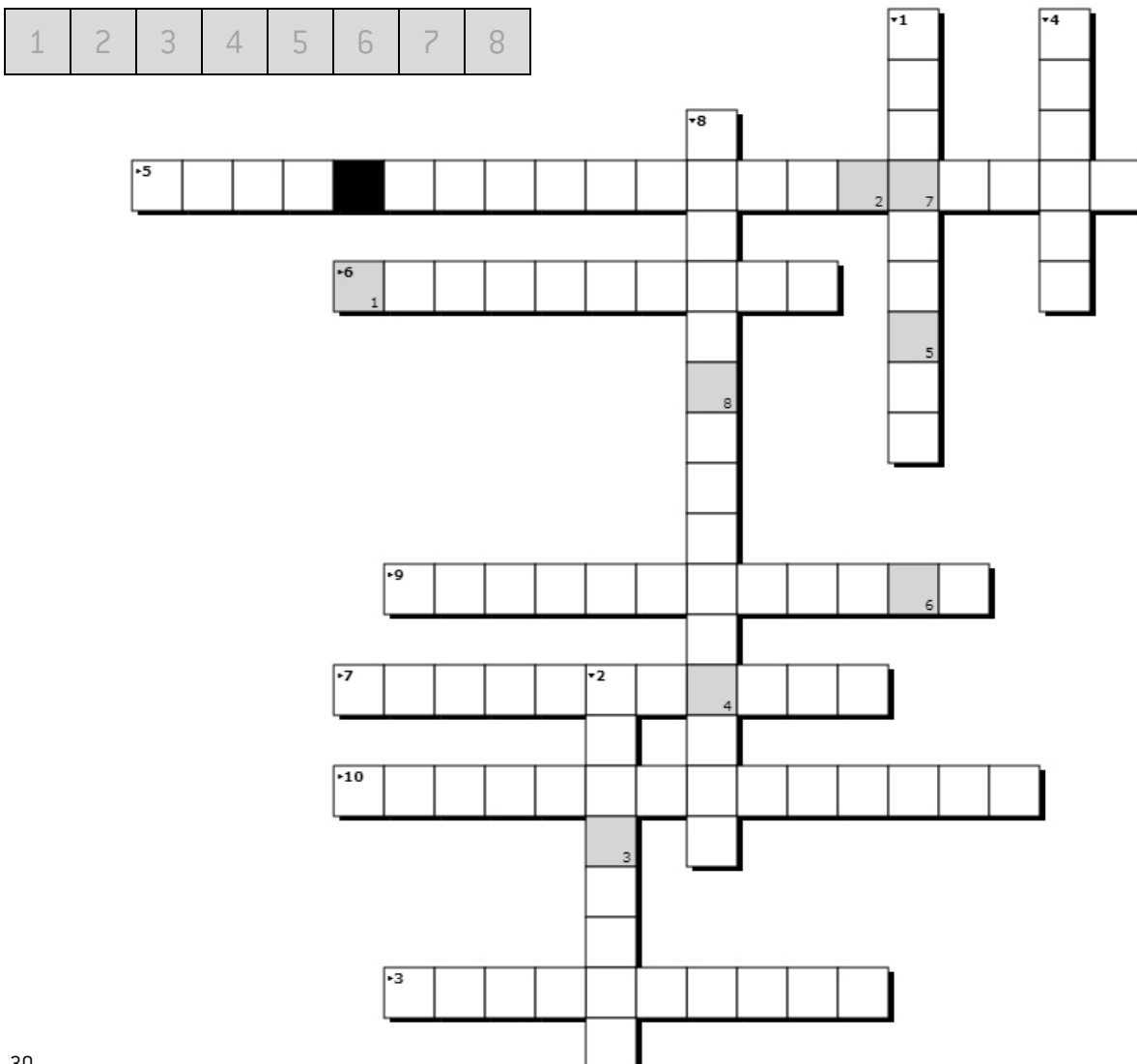
      G B X X Y V
    I M O R D I U K P M
  E G A H P O R K A M U C
 I R T E K X T W E G P P R A
 P Y M T L Y P F G K M A F K O K
R E R Y T H R O Z Y T K Q Y O W U N
L C K B P N K S L P R V Q C K I A U
T P K P L D D Y M Z O B A S B T R D F V
O Y W T Y Z O H P M Y L Z D W Y Y I E C
O R U H D W G F Y T R F N C Y Z S P W B
M Y O Z Y T R Q O O Z Y T E W O A O X I
Q E I M R D V E K S T I Z S K B M Z P N
K Z B J R X Q W E T D F U X J M Z Y R D
T C C H O N D R O Z Y T G I O W T G
X O M E R Q G M O K K P R H R T L W
  M E L A N O Z Y T H W W M H O F
    S S O I X S W F E P J L T P
      U L O P X J F C Y P F A
        L H E P A T O Z Y T
          N H J I P Q
  
```

Kreuzworträtsel: Rund um die Zelle

Im folgenden Kreuzworträtsel dreht sich alles rund um die Zelle. Kannst du es entschlüsseln und damit das Lösungswort herausfinden? Tipp: Umlaute werden als *ae*, *oe* und *ue* geschrieben.

1. Mit diesem Gerät kann man Zellen genauer betrachten.
2. Wie nennt man die äußere Hülle einer Pflanzenzelle?
3. Wie nennt man die „Organe“ der Zelle?
4. Eine größere Anzahl von Zellen, die dieselbe Funktion haben, nennt man...
5. Welche Art von Zellen ist im menschlichen Körper am häufigsten zu finden? [2 Wörter]
6. Wie nennt man die Flüssigkeit, die sich in der Zelle befindet und unter anderem Zucker, Salze und Eiweiße enthält?
7. Zu welcher Art von Zellen gehören T-Zellen, B-Zellen und Riesenfresszellen?
8. Bei welcher Art von Zellen unterscheidet man in Stäbchen und Zapfen?
9. Welche Zellen produzieren Schleim in den Atemwegen und im Magen-Darm-Trakt?
10. Zu den Blutzellen gehören rote Blutkörperchen, weiße Blutkörperchen und...?

Lösungswort:



Kreuzwörterrätsel: Die Vielfalt menschlicher Zellen

Im folgenden Kreuzwörterrätsel dreht sich alles um die Vielfalt menschlicher Zellen. Kannst du es entschlüsseln und damit das Lösungswort herausfinden? Tipp: Umlaute werden als *ae*, *oe* und *ue* geschrieben.

1. Welche Sinneszellen befinden sich im Ohr?
2. Welche Zellen sind im menschlichen Körper am häufigsten zu finden? (2 Wörter)
3. Welche Zellen können 2 bis 3 cm lang werden?
4. Blutplättchen und rote Blutkörperchen haben keinen...
5. Welche Zelle lebt im reifen Zustand nur 12 bis 18 Stunden lang?
6. Bei welchen Zellen ist die Produktion stark vom Gesundheitszustand abhängig? Hier gibt es vor allem zwei Zelltypen, von denen der Fachbegriff gesucht ist.
7. Zu welchem Gewebe zählt man die Pigmentzellen der Haut und die Saumzellen des Darms?
8. Welche Zellen sind die kleinsten im menschlichen Körper?
9. Welche Zellen sind besonders dünn – manchmal nur bis 25 nm?
10. Welche Immunzellen stellen Antikörper her?

Lösungswort:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

Kreuzworträtsel: Die Vielfalt menschlicher Zellen

Im folgenden Kreuzworträtsel dreht sich alles um die Vielfalt menschlicher Zellen. Kannst du es entschlüsseln und damit das Lösungswort herausfinden? Tipp: Umlaute werden als *ae*, *oe* und *ue* geschrieben.

1. Welche Sinneszellen befinden sich im Ohr?
2. Welche Zellen sind im menschlichen Körper am häufigsten zu finden? (2 Wörter)
3. Welche Zellen können 2 bis 3 cm lang werden?
4. Blutplättchen und rote Blutkörperchen haben keinen...
5. Welche Zelle lebt im reifen Zustand nur 12 bis 18 Stunden lang?
6. Bei welchen Zellen ist die Produktion stark vom Gesundheitszustand abhängig? Hier gibt es vor allem zwei Zelltypen, von denen der Fachbegriff gesucht ist.
7. Zu welchem Gewebe zählt man die Pigmentzellen der Haut und die Saumzellen des Darms?
8. Welche Zellen sind die kleinsten im menschlichen Körper?
9. Welche Zellen sind besonders dünn – manchmal nur bis 25 nm?
10. Welche Immunzellen stellen Antikörper her?

Lösungswort:

Z E L L T E I L U N G

Zellen stellen sich vor...

1. Auch Zellen haben Namen – die sind aber oft recht kompliziert. Kannst du herausfinden, welche Zellen sich jeweils in den Kästchen unten vorstellen?

- a) _____ b) _____
c) _____ d) _____

a) Man findet mich nur 7.000-mal im menschlichen Körper. Ich werde nicht neu gebildet. Man muss daher besonders gut auf mich aufpassen – vor allem sehr laute Geräusche können mich überlasten. Wer bin ich?

b) Ich kann bis zu zehn Jahre alt werden und bin mit einer Größe von $120\ \mu\text{m}$ doch schon beachtlich groß. Aber die meisten Menschen haben mich nicht sehr gerne – dabei bin ich nicht nur unnützlich. Ich bin ein Energiespeicher und an manchen Stellen braucht man mich auch als Schutz. Wer bin ich?

c) Ich bin sicherlich nicht alleine in deinem Körper – mich gibt es billionenfach. Dafür bin ich mit $7\ \mu\text{m}$ aber auch ganz schön klein und habe keinen Zellkern. Wer bin ich?

d) Wie viel von mir täglich hergestellt wird, weiß man nicht. Aber ich bin, wie mein Name verrät, ganz schön gefräßig – vor allem, wenn mir Bakterien begegnen. Wer bin ich?

2. Unten findest du eine Liste von Zellnamen – auf Deutsch, aber auch Fachbegriffe mit lateinischer oder griechischer Wurzel. Aber Vorsicht: Es haben sich Fantasienamen eingeschlichen. Welche Zellen gibt es wirklich? Kreise sie ein oder markiere sie.

Adipozyten	B-Zellen	Chlorozyten
Stereozyten	Mikrophagen	Becherzellen
Zaunzellen des Darms	Monozyten	Gelbe Blutkörperchen
Weißer Blutkörperchen	Blutplättchen	Thorozyten
Herzmuskelzellen	Vasenzellen	U-Zellen
Erythrozyten	Skelettmuskelzellen	Osteotasten
Ooklaste	Knorpelzelle	Eizelle

Aufgabe für Schnelle: Schreibe bei Aufgabe 1 auch die Fachbegriffe dazu.

7. Spiel: Welche Zelle bin ich?

⇒ **Empfohlen für:** Sekundarstufe I

⇒ **Dauer:** ca. 30 Minuten

⇒ **Materialien:** Klebezettel (oder Zettel und Klebeband)

⇒ **Vermittlungsziele:** Kennenlernen der Eigenschaften von Zellen durch spielerische Anwendung

⇒ **Mögliche Anknüpfungspunkte:** direkt nach dem Spiel oder zur Wiederholung am Ende des Themenblocks Zelle

Neben dem eigentlichen Spiel *Zell-Trumpf* gibt es noch weitere Möglichkeiten, sich spielerisch mit den Eigenschaften von Zellen auseinanderzusetzen. Eine Option ist das beliebte Party-Spiel *Wer bin ich?* mit folgendem **Spielablauf:**

1. Teilen Sie Ihre Klasse in Gruppen ein. Im Gegensatz zu *Zell-Trumpf* sind hier durchaus Gruppengrößen von bis zu 8 SpielerInnen möglich.
2. Jede Schülerin/jeder Schüler schreibt auf einen Klebezettel den Namen einer Zelle aus dem Kartendeck und befestigt diesen auf der Stirn einer MitspielerIn/eines Mitspielers. Diese Person darf natürlich nicht erfahren, was auf dem Zettel steht.
3. Ziel ist es, herauszufinden, welche Zelle man ist. Reihum kann nun jedeR Fragen über sich stellen – aber: Die Fragen müssen mit Ja oder Nein beantwortet werden können. Wenn eine Frage mit Nein beantwortet wird, ist der oder die Nächste im Uhrzeigersinn an der Reihe.
 - ⇒ Geben Sie den SchülerInnen mögliche Beispielfragen, wie „Bin ich eine besonders kleine Zelle?“, „Befinde ich mich in der Lunge?“ oder „Ist bekannt, wie viele von mir hergestellt werden?“
4. Das Spiel endet, wenn jedeR die Zell-Identität erraten hat.

⇒ **Für Profis:** Legen Sie fest, dass das zugehörige Gewebe nicht gefragt werden darf – also nicht „Befinde ich mich im Blut?“ – Das erhöht den Schwierigkeitsgrad. Die SchülerInnen müssen sich Alternativen überlegen, wie sie das erkennen können.

8. Leben kleinere Zellen länger? – Zusammenhänge finden

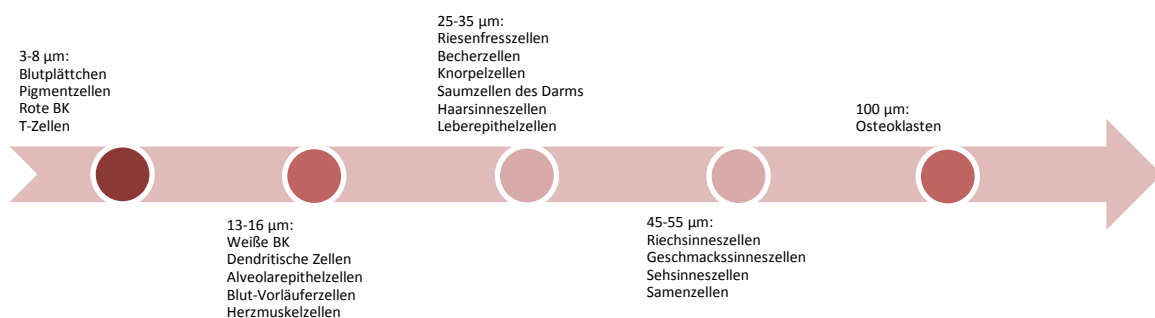
- ⇒ **Empfohlen für:** Sekundarstufe I und II (je nach Auslegung)
- ⇒ **Dauer:** 1-2 Unterrichtseinheiten (abhängig von der Ausführlichkeit der Präsentationen bzw. der Diskussion)
- ⇒ **Materialien:** ggf. Präsentationsmöglichkeit (z.B. Poster/Flipchart, Tafel)
- ⇒ **Vermittlungsziele:** Detailliertes Beschäftigen mit Zell-Eigenschaften; mathematische Größenordnungen verstehen, anwenden und in Relation zueinander setzen
- ⇒ **Mögliche Anknüpfungspunkte:** fächerübergreifend mit Mathematik (↻ Aktivität 13)

Während des Spielens wird den SchülerInnen aufgefallen sein, dass es Zellen mit besonders hohen oder niedrigen Werten gibt. Vielleicht können sie sich auch an ein, zwei Details erinnern. Gruppenweise soll nun genauer betrachtet werden, welche Extreme es bei den Zellen im *Zell-Trumpf*-Deck gibt:

1. Teilen Sie die SchülerInnen in Gruppen ein. Der Einfachheit halber könnten Sie bei jenen bleiben, die beim eigentlichen Spiel gebildet wurden.
2. Jede Gruppe bekommt eine Kategorie, nach der sie die Karten sortieren soll: nach Größe, Anzahl, Produktion oder Lebensdauer⁶. Unbekannte Werte werden dabei außen vor gelassen.
3. Nach dem Sortieren sollen die SchülerInnen die Karten betrachten. Was fällt ihnen auf? Wie würden sie die Ergebnisse interpretieren? Ihre Erkenntnisse können sie z.B. auf einem Flipchart festhalten.
4. Gruppenweise wird vor der Klasse präsentiert, was festgestellt wurde. Anschließend werden die Ergebnisse gemeinsam diskutiert. Welche Relationen gibt es zueinander? Sind beispielsweise große Zellen langlebiger?

Auf den Folgeseiten finden Sie die entsprechend sortierten Zellen und einige mögliche Interpretationen. Versuchen Sie auch selbst, die Sortierung zu interpretieren. Was fällt Ihnen dabei auf?

⇒ **Alternative:** Möglich wäre auch die Darstellung entlang eines Zahlenstrahls. Eine vereinfachte schematische Darstellung der Größe, wie untenstehend, ist noch recht einfach möglich. Schwieriger wird es bei den Werten, die stärker voneinander abweichen – vor allem bei der Größe. Diese Aktivität lässt sich auch gut mit dem Mathematik-Unterricht verbinden (↻ Aktivität 13).



⁶ Das Ordnen nach Funktion ist zwar möglich, aber eher wenig erkenntnisreich. Interessant sind hier, wenn überhaupt, die Zellen, die nur eine Funktion (z.B. die Keimzellen) oder sehr viele Funktionen haben (Immunzellen).

Zell-Sortierung nach Größe

Was fällt hier auf? Blutzellen sind (neben den Pigmentzellen) die kleinsten Zellen im menschlichen Körper. Die geringe Größe erklärt sich hier aber auch dadurch, dass Thrombozyten durch Abschnürungen aus Vorläufern (Megakaroyzten) entstehen und sowohl Thrombo- als auch Erythrozyten keinen Zellkern haben (siehe dazu auch die FAQ im Anhang).

Die größten Zellen findet man in der Muskulatur, vor allem in der Skelettmuskulatur. Abhängig von der Art des Muskels kann hier eine Muskelfaserzelle mehrere Zentimeter lang sein. Im Gegensatz zu den Blutzellen haben die Muskelfaserzellen mehrere Zellkerne und entstehen aus Fusion von Vorläuferzellen. Das wiederum erklärt die Größe.

Interessant ist auch der Größenunterschied zwischen Spermien und Eizelle, der mit 55 bzw. 150 μm nicht so groß ist, wie man vielleicht vermuten würde. Dabei muss man aber bedenken, dass es sich beim Spermium bei der angegebenen Größe um die Länge handelt. Der Durchmesser des Kopfs beträgt hingegen nur ca. 5 μm .

Deutscher Name	Fachbegriff	Zellgröße
Blutplättchen	Thrombozyten	3 μm
Pigmentzellen der Haut	Melanozyten	7 μm
Rote Blutkörperchen	Erythrozyten	7 μm
B-Zellen	B-Lymphozyten	8 μm
T-Zellen	T-Lymphozyten	8 μm
Weißer Blutkörperchen	Neutrophile Granulozyten	13 μm
Dendritische Zellen des Darms		15 μm
Alveolarepithelzellen	Pneumozyten	15 μm
Blut-Vorläuferzellen	Monozyten	15 μm
Herzmuskelzellen	Cardio-Myozyten	16 μm
Riesenfresszellen	Makrophagen	25 μm
Becherzellen	Exocrinocyti caliciformes	25 μm
Knorpelzellen	Chondrozyten	26 μm
Saumzellen des Darms	Enterozyten	30 μm
Haarsinneszellen	Mechanorezeptorzellen im Ohr	32 μm
Leberepithelzellen	Hepatozyten	35 μm
Riechsinneszellen		45 μm
Geschmackssinneszellen		50 μm
Sehsinneszellen	Photorezeptorzellen	50 μm
Samenzellen	Spermatozoen	55 μm
	Osteoklasten	100 μm
Fettzellen	Adipozyten	120 μm
Eizelle	Oozyte	150 μm
Zellen der glatten Muskulatur		200 μm
Gefäßmuskelzellen		200 μm
Quergestreifte Skelettmuskelzellen		2-3 cm

Zell-Sortierung nach Anzahl im menschlichen Körper

Den SchülerInnen fällt hier sicherlich auf, dass die Anzahl der Sinneszellen vergleichsweise gering ist. Warum könnte das so sein? Fragen Sie die SchülerInnen gegebenenfalls, ob die Sinneszellen im gesamten Körper benötigt werden.

Die Blutzellen hingegen sind besonders häufig, der Anteil der roten Blutkörperchen beträgt zwischen 70 und 75 %. Beachten Sie hier, dass die SchülerInnen keinen falschen Eindruck bekommen sollten. Das bedeutet nicht, dass wir zu 70 bis 75 % aus roten Blutkörperchen bestehen – hier ist schlicht die Anzahl gemeint, nicht das Volumen. Die roten Blutkörperchen gehören mit $7\ \mu\text{m}$ zu den kleinsten Zellen im menschlichen Körper.

Bei dieser Sortierung lässt sich auch gut besprechen, woher die Information über diese Zahlen kommt und wie sie berechnet werden (siehe dazu auch die ☞ FAQ im Anhang). Diskutieren lässt sich auch, wie medizinisch/biologisch relevant die Anzahl für manche Zelltypen ist. Es gibt drei Zelltypen, bei denen die Anzahl unbekannt ist. Hat die Information über die Anzahl immer eine biologische Relevanz?

Deutscher Name	Fachbegriff	Anzahl im Körper
Saumzellen des Darms	Enterozyten	unbekannt
Becherzellen	Exocrinocyti caliciformes	unbekannt
Quergestreifte Skelettmuskelzellen		unbekannt
Haarsinneszellen	Mechanorezeptorzellen im Ohr	7.000
Eizelle	Oozyte	400.000
Geschmackssinneszellen		1 Million
Riechsinneszellen		30 Millionen
Dendritische Zellen des Darms		100 Millionen
Sehsinneszellen	Photorezeptorzellen	120 Millionen
Alveolarepithelzellen	Pneumozyten	300 Millionen
Knorpelzellen	Chondrozyten	500 Millionen
	Osteoklasten	500 Millionen
Samenzellen	Spermatozoen	800 Millionen
Pigmentzellen der Haut	Melanozyten	2 Milliarden
Blut-Vorläuferzellen	Monozyten	2 Milliarden
Herzmuskelzellen	Cardio-Myozyten	2,6 Milliarden
T-Zellen	T-Lymphozyten	5 Milliarden
Zellen der glatten Muskulatur		8 Milliarden
B-Zellen	B-Lymphozyten	10 Milliarden
Weißer Blutkörperchen	Neutrophile Granulozyten	25 Milliarden
Fettzellen	Adipozyten	45 Milliarden
Leberepithelzellen	Hepatozyten	300 Milliarden
Blutplättchen	Thrombozyten	1,5 Billionen
Riesenfresszellen	Makrophagen	2 Billionen
Gefäßmuskelzelle		6 Billionen
Rote Blutkörperchen	Erythrozyten	25 Billionen

Zell-Sortierung nach Lebensdauer

Haar- und Sehsinneszellen sind jene Sinneszellen, die nicht nachgebildet werden können, und daher am langlebigsten. Auch Muskel- und Fettzellen sind sehr langlebig. Im Vergleich dazu sind Blut-, Knochen- und Gewebezellen besonders kurzlebig.

Bei zwei Zelltypen ist die Lebensdauer unbekannt bzw. bei den Knorpelzellen nur in vitro erforscht. Letzteres kann hier gut besprochen werden (lateinische Bezeichnungen in vitro = „im Glas“, in vivo = „im Lebendigen“). Dazu passt auch der Begriff der In-Vitro-Fertilisation (IVF). Interessant ist in diesem Zusammenhang auch der Vergleich von Eizelle und Spermium.

Probleme werden die SchülerInnen vielleicht mit „ein (halbes) Leben lang“ haben. Wie lässt sich das definieren? Evtl. werden gerade jüngere SchülerInnen mit ihrem eigenen Alter rechnen und die Zellen daher anders sortieren. Hier lässt sich aber von der durchschnittlichen Lebenserwartung eines Menschen in Österreich ausgehen (ca. 82 Jahre).

Deutscher Name	Fachbegriff	Lebensdauer
Alveolarepithelzellen	Pneumozyten	unbekannt
Knorpelzellen	Chondrozyten	nur in vitro erforscht
Eizelle	Oozyte	12-18 Stunden (reif)
Blut-Vorläuferzellen	Monozyten	im Blut < 3 Tage
	Osteoklasten	2,5 Tage
Dendritische Zellen des Darms		3 Tage
Weißer Blutkörperchen	Neutrophile Granulozyten	2-5 Tage
Saumzellen des Darms	Enterozyten	5 Tage
Samenzellen	Spermatozoen	5 Tage im Eileiter
Becherzellen	Exocrinocyti calciformes	5-6 Tage
Blutplättchen	Thrombozyten	10 Tage
Geschmackssinneszellen		10 Tage
Riechsinnzellen		1 Monat
Pigmentzellen der Haut	Melanozyten	48 Tage
B-Zellen	B-Lymphozyten	wenige Monate
Rote Blutkörperchen	Erythrozyten	120 Tage
Gefäßmuskelzellen		200 Tage
Leberepithelzellen	Hepatozyten	10 Monate
Riesenfresszellen	Makrophagen	Monate bis Jahre
T-Zellen	T-Lymphozyten	mehrere Jahre
Fettzellen	Adipozyten	10 Jahre
Zellen der glatten Muskulatur		15 Jahre
Quergestreifte Skelettmuskelzellen		15 Jahre
Herzmuskelzellen	Cardio-Myozyten	ein halbes Leben lang
Haarsinneszellen	Mechanorezeptorzellen im Ohr	ein Leben lang
Sehsinneszellen	Photorezeptorzellen	ein Leben lang

Zell-Sortierung nach Produktion

Hier fällt sofort auf, dass es weniger zu sortieren gibt – bei sieben unserer Zelltypen ist die tägliche Produktion unbekannt. Ebenso gibt es drei Karten, bei denen die Zellen nicht neu gebildet werden. Das mag zwar ein schlechter Wert für das eigentliche Spiel sein, ist aber dafür umso interessanter zu besprechen. Warum werden Haar- und Sehsinneszellen nicht neu gebildet? Was bedeutet das für uns? Bei der Besonderheit der Haarsinneszellen finden die SchülerInnen einen Hinweis: „Sehr laute Geräusche überlasten die Haarzellen.“ Haarsinneszellen können entweder temporär (z.B. nach einem lauten Konzert) oder langfristig soweit geschädigt werden, dass eine Hörbeeinträchtigung oder sogar ein kompletter Hörverlust auftreten (z.B. durch Krankheiten, dauerhafte Lärmaussetzung). Auch die Eizellen werden nicht neu gebildet – sie werden bereits vor der Geburt als Vorläuferzellen angelegt. Dass B- und T-Zellen Teil der Immunabwehr sind, lässt sich anhand der täglichen Produktion erkennen – der Wert ist ebenfalls unbekannt und vom Gesundheitszustand der jeweiligen Person abhängig.

In der Nachbesprechung entdecken die SchülerInnen vielleicht Relationen zwischen den einzelnen Kategorien. So ist die Produktion bei Zellen mit hoher Anzahl auch höher – vor allem bei geringer Lebensdauer.

Deutscher Name	Fachbegriff	Produktion pro Tag
Knorpelzellen	Chondrozyten	unbekannt
Becherzellen	Exocrinocyti calcificiformes	unbekannt
Quergestreifte Skelettmuskelzellen		unbekannt
Riesenfresszellen	Makrophagen	unbekannt
Alveolarepithelzellen	Pneumozyten	unbekannt
Saumzellen des Darms	Enterozyten	unbekannt
Blut-Vorläuferzellen	Monozyten	unbekannt
Eizelle	Oozyte	werden nicht neu gebildet
Haarsinneszellen	Mechanorezeptorzellen im Ohr	werden nicht neu gebildet
Sehsinneszellen	Photorezeptorzellen	werden nicht neu gebildet
B-Zellen	B-Lymphozyten	unterschiedlich bei Krankheit/Gesundheit
T-Zellen	T-Lymphozyten	unterschiedlich bei Krankheit/Gesundheit
Herzmuskelzellen	Cardio-Myozyten	70.000
Geschmackssinneszellen		100.000
Riechsinneszellen		1 Million
Fettzellen	Adipozyten	12 Millionen
Dendritische Zellen des Darms		33 Millionen
Pigmentzellen der Haut	Melanozyten	40 Millionen
Samenzellen	Spermatozoen	100 Millionen
Zellen der glatten Muskulatur		130 Millionen
Blutplättchen	Thrombozyten	150 Millionen
	Osteoklasten	200 Millionen
Leberepithelzellen	Hepatozyten	1 Milliarde
Weißer Blutkörperchen	Neutrophile Granulozyten	10 Milliarden
Gefäßmuskulatur		29 Milliarden
Rote Blutkörperchen	Erythrozyten	200 Milliarden

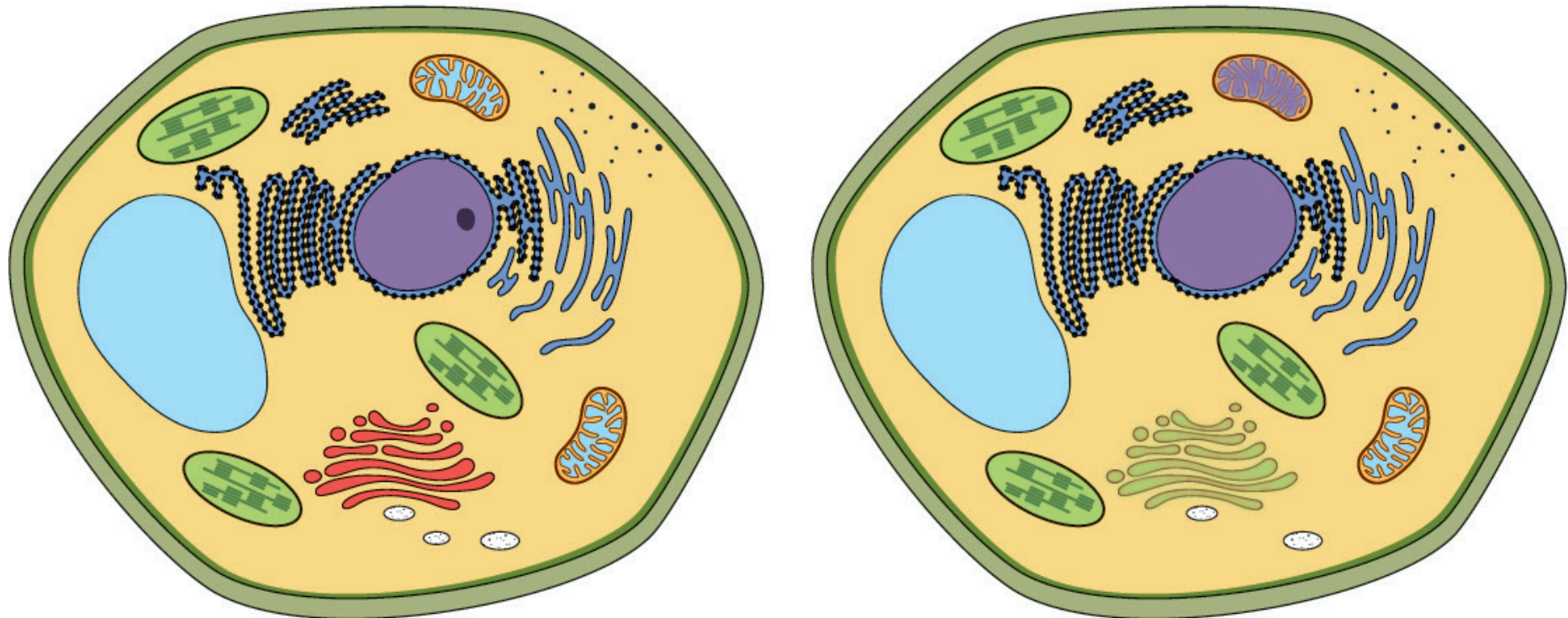
9. Bilderrätsel und Fehlersuchbilder

- ⇒ **Empfohlen für:** Sekundarstufe I
- ⇒ **Dauer:** 15 Minuten pro Arbeitsblatt
- ⇒ **Materialien:** ausgedrucktes Arbeitsblatt für jede Schülerin/jeden Schüler
- ⇒ **Vermittlungsziele:** Zellaufbau sowie unterschiedliche Zelltypen visuell verinnerlichen
- ⇒ **Mögliche Anknüpfungspunkte:** Fehlersuchbilder eignen sich am Beginn des Themenkomplexes Zelle; Zellbilder aus dem Kartenspiel lassen sich auch mit den Techniken der Mikroskopie (➔ Aktivität 10) verknüpfen

Abbildungen von Zellen kennen Sie und die SchülerInnen sicher in unterschiedlichsten Varianten. Auf den nachfolgenden Arbeitsblättern finden Sie verschiedene Bilderrätsel, bei denen unter anderem Zellnamen den Bildern zugeordnet werden und auf Fehlersuche gegangen wird.

Fehlersuchbild: Pflanzliche Zelle

Das rechte Bild unterscheidet sich vom linken durch sieben Fehler. Kannst du sie alle entdecken?

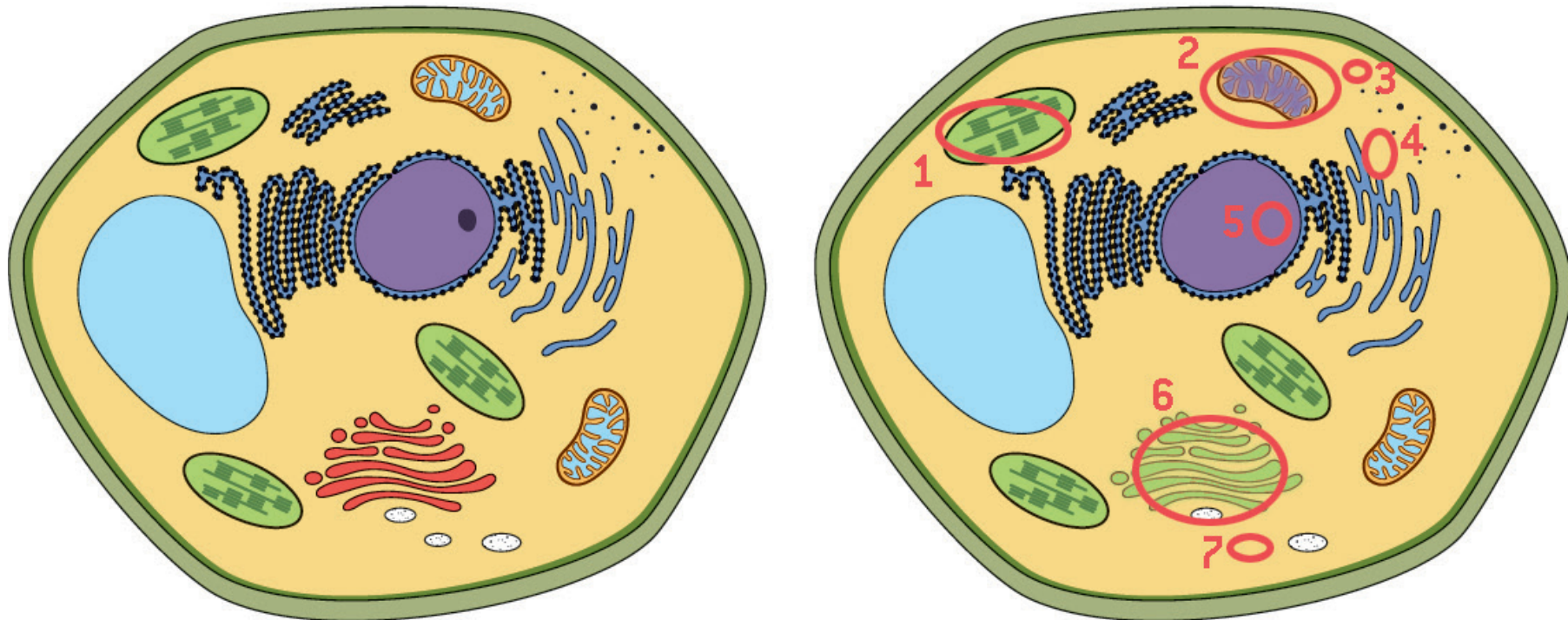


Welche Teile der Zelle wurden verändert? Nummeriere sie in der Abbildung und ergänze unten die jeweilige Bezeichnung.

- ① _____
- ② _____
- ③ _____
- ④ _____
- ⑤ _____
- ⑥ _____
- ⑦ _____

Fehlersuchbild: Pflanzliche Zelle

Das rechte Bild unterscheidet sich vom linken durch sieben Fehler. Kannst du sie alle entdecken?

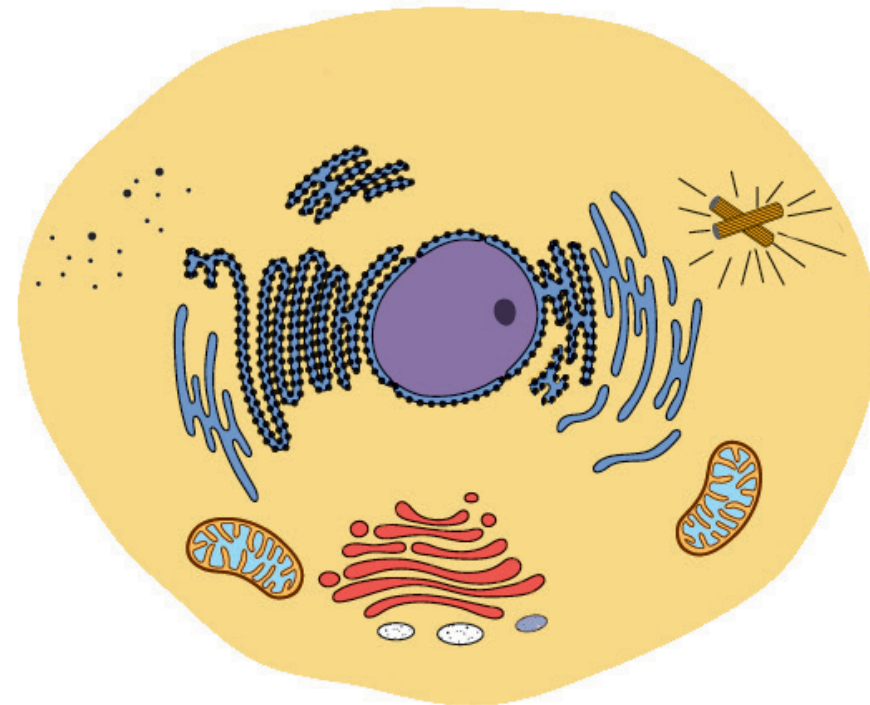
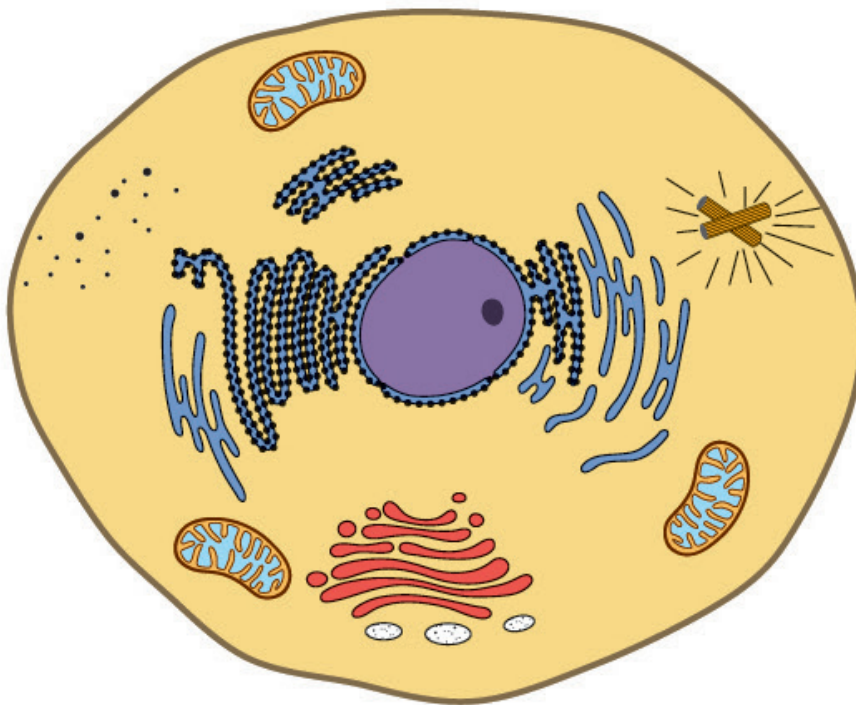


Welche Teile der Zelle wurden verändert? Nummeriere sie in der Abbildung und ergänze unten die jeweilige Bezeichnung.

- | | | |
|--|-------------------------------------|------------------------|
| 1 <u>Chloroplast</u> | 2 <u>Mitochondrium</u> | 3 <u>Ribosom</u> |
| 4 <u>Glattes Endoplasmatisches Retikulum</u> | 5 <u>Nukleolus (Kernkörperchen)</u> | 6 <u>Golgi-Apparat</u> |
| 7 <u>Lysosom</u> | | |

Fehlersuchbild: Tierische Zelle

Das rechte Bild unterscheidet sich vom linken durch sieben Fehler. Kannst du sie alle entdecken?



Welche Teile der Zelle wurden verändert? Nummeriere sie in der Abbildung und ergänze unten die jeweilige Bezeichnung.

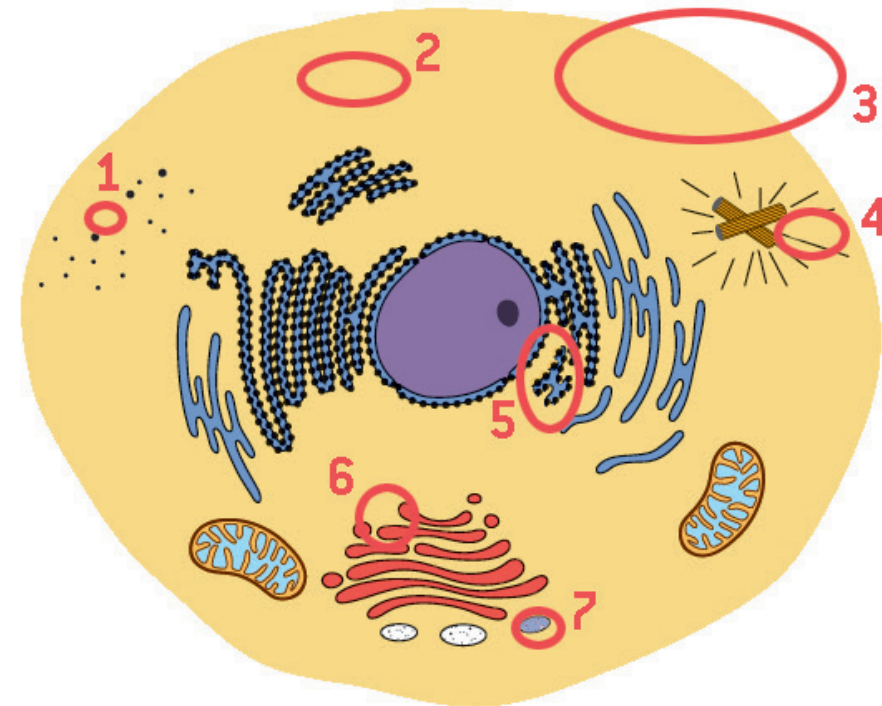
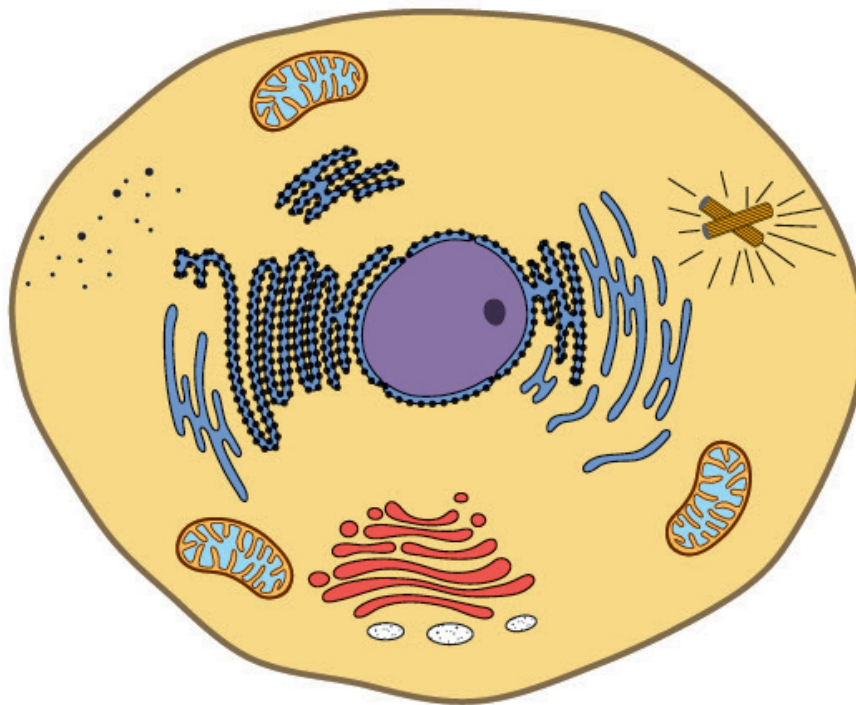
① _____ ② _____ ③ _____

④ _____ ⑤ _____ ⑥ _____

⑦ _____

Fehlersuchbild: Tierische Zelle

Das rechte Bild unterscheidet sich vom linken durch sieben Fehler. Kannst du sie alle entdecken?

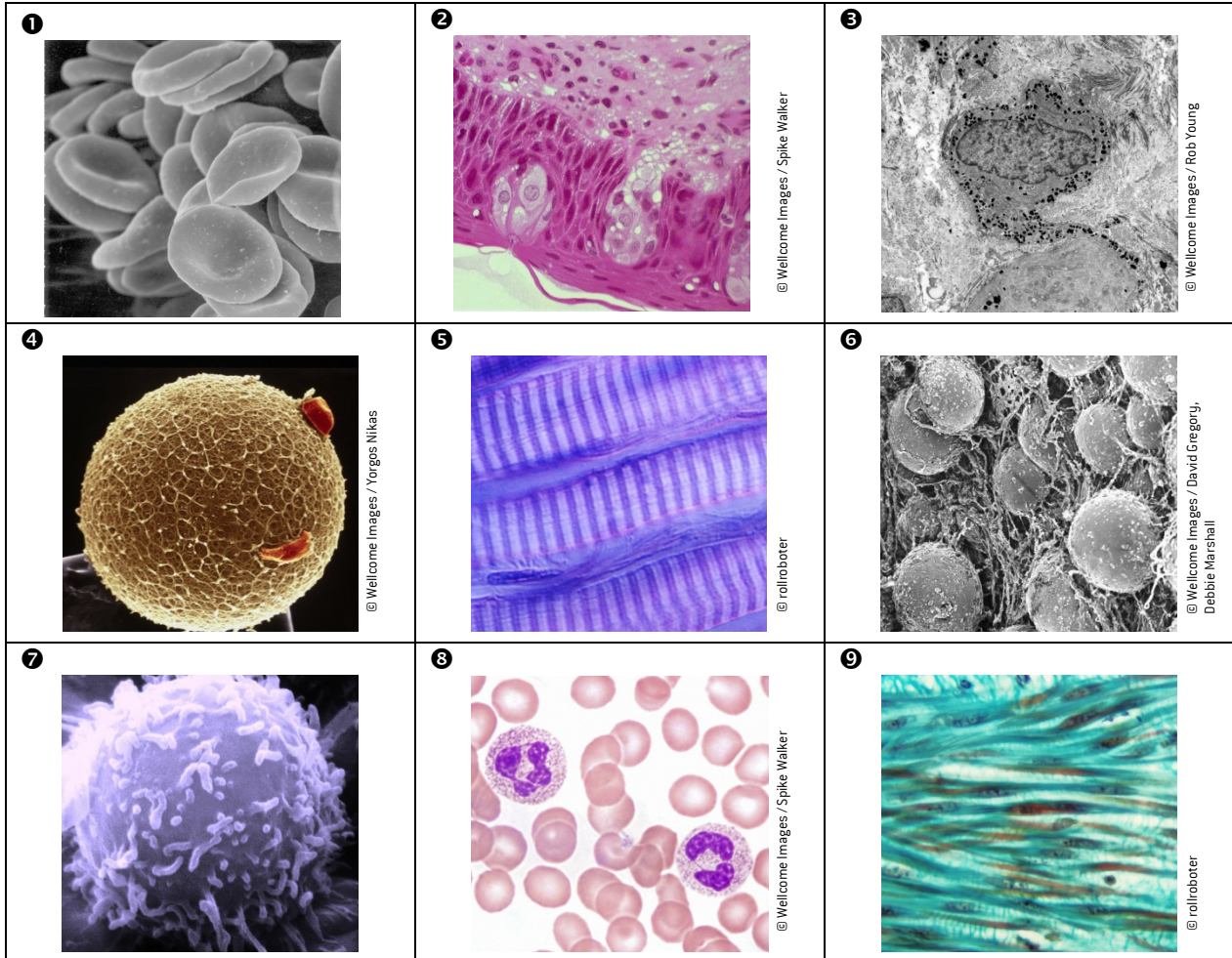


Welche Teile der Zelle wurden verändert? Nummeriere sie in der Abbildung und ergänze unten die jeweilige Bezeichnung.

- | | | |
|------------|------------------------|-----------------|
| ① Ribosom | ② Mitochondrium | ③ Zellmembran |
| ④ Zentriol | ⑤ Glattes ER/Ribosomen | ⑥ Golgi-Apparat |
| ⑦ Lysosom | | |

Bilderrätsel: Menschliche Zelltypen

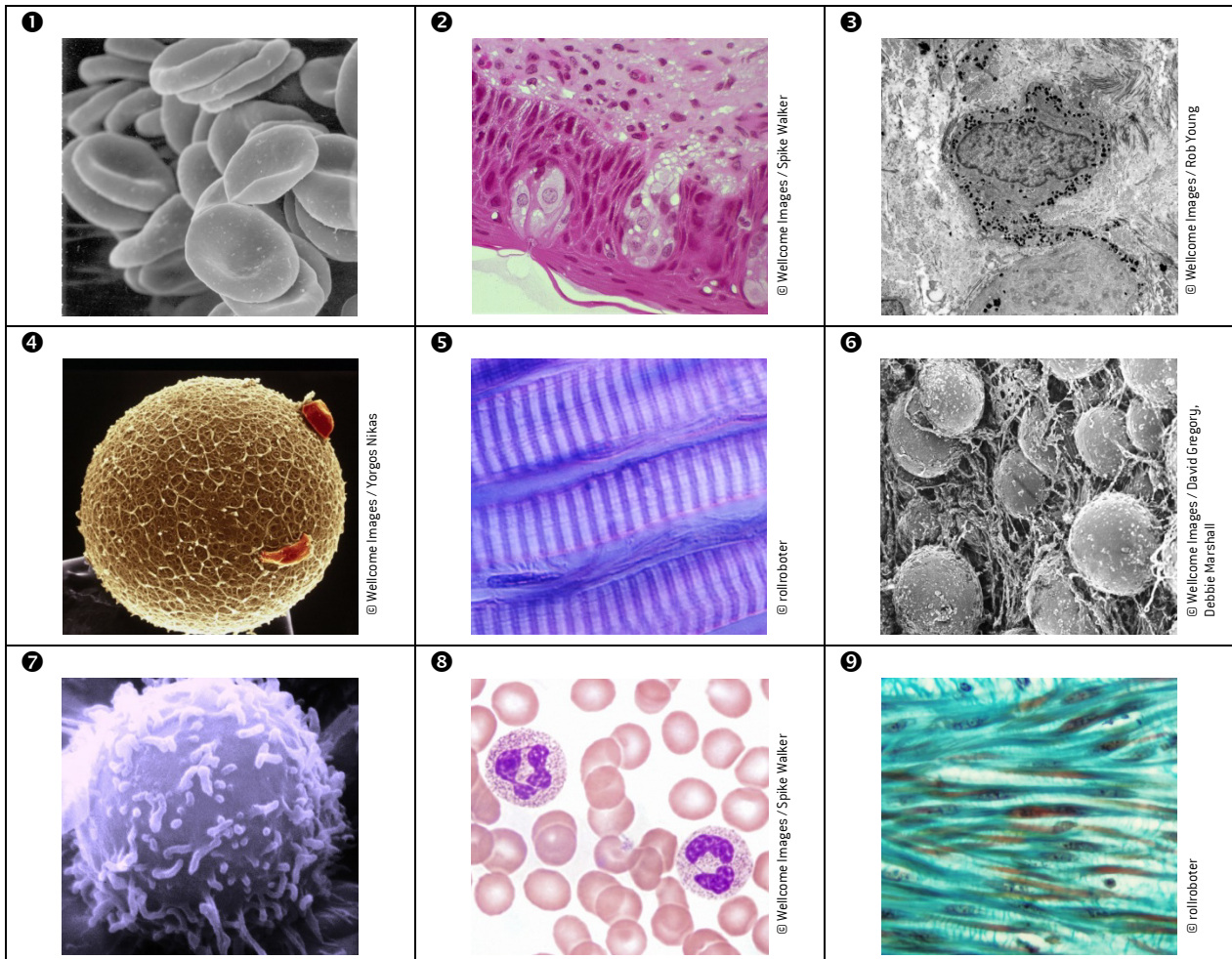
Diese Bilder wurden mittels Licht- oder Elektronenmikroskop aufgenommen. Doch welche Zellen sind hier abgebildet? Ergänze unten, wie die Zellen heißen und zu welcher Art von Zellen (z.B. Blutzellen, Epithelzellen) sie gehören.



- 1 _____ Zelltyp: _____
- 2 _____ Zelltyp: _____
- 3 _____ Zelltyp: _____
- 4 _____ Zelltyp: _____
- 5 _____ Zelltyp: _____
- 6 _____ Zelltyp: _____
- 7 _____ Zelltyp: _____
- 8 _____ Zelltyp: _____
- 9 _____ Zelltyp: _____

Bilderrätsel: Menschliche Zelltypen

Diese Bilder wurden mittels Licht- oder Elektronenmikroskop aufgenommen. Doch welche Zellen sind hier abgebildet? Ergänze unten, wie die Zellen heißen und zu welcher Art von Zellen (z.B. Blutzellen, Epithelzellen) sie gehören.



- | | | |
|---|-------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Rote Blut./Erythrozyten (Karte D1) | Zelltyp: Blutzellen |
| 2 | Geschmackssinneszellen (Karte A3) | Zelltyp: Sinneszellen |
| 3 | Pigmentzellen der Haut (Karte C1) | Zelltyp: Epithelzellen |
| 4 | Eizelle/Oocyte (Karte E2) | Zelltyp: Keimzellen |
| 5 | Quergestreifte Skelettmuskelz. (G2) | Zelltyp: Muskelzellen |
| 6 | Fettzellen/Adipozyten (Karte F2) | Zelltyp: Bindegewebezellen |
| 7 | T-Zelle/T-Lymphozyt (Karte B2) | Zelltyp: Immunzellen |
| 8 | Weißer Blutkörperchen (Karte D2) | Zelltyp: Blutzellen |
| 9 | Zellen der glatten Muskulatur (G1) | Zelltyp: Muskelzellen |

10. Arten der Mikroskopie – Zellbilder sortieren und interpretieren

- ⇒ **Empfohlen für:** Sekundarstufe II; Sekundarstufe I bei viel Vorwissen (z.B. 4. Klasse)
- ⇒ **Dauer:** bis zu einer Unterrichtsstunde – abhängig von der Ausführung
- ⇒ **Materialien:** *Zell-Trumpf*-Karten (1 Set pro Gruppe) oder ausgedrucktes ↻ Arbeitsblatt A10 für jede Schülerin/jeden Schüler
- ⇒ **Vermittlungsziele:** Wissen über die Techniken der Mikroskopie auf Abbildungen anwenden
- ⇒ **Mögliche Anknüpfungspunkte:** Fächerübergreifend mit Physik und Technischem Werken (↻ Aktivität 17)

Die Geschichte der Mikroskopie und der Aufbau des Mikroskops sind Teil des Unterstufen Lehrplans. Dabei beschränkt man sich zunächst auf Lichtmikroskopie – in der Oberstufe kommen die Arten der Elektronenmikroskopie dazu. Auch wenn man in der Schule möglicherweise nicht selbst mikroskopieren kann, üben Abbildungen aus dem Mikroskop doch eine gewisse Faszination auf viele SchülerInnen aus.

Während des Spielens von *Zell-Trumpf* konzentrieren sich die SchülerInnen auf die Namen, Zahlen und Fakten der Zellen. Mit dieser Übung soll nun der Fokus auf den Abbildungen liegen.

Dazu gäbe es u.a. folgende Möglichkeiten:

1. Sie verwenden das ↻ **Arbeitsblatt A10**, bei dem die SchülerInnen (evtl. auch in Zweiergruppen) die ausgewählten Abbildungen den Arten der Mikroskopie zuordnen. Dabei können Sie die Schwierigkeitsstufe selbst festlegen: Lassen Sie die SchülerInnen nur zwischen Licht- und Elektronenmikroskop unterscheiden oder inkludieren Sie für Fortgeschrittene die Raster- (REM) und Transmissionselektronenmikroskopie (TEM).
2. Teilen Sie die SchülerInnen in Gruppen ein. **Jede Gruppe sortiert** die 26 *Zell-Trumpf*-Karten nach den Arten der Mikroskopie. Welches Bild wurde mit einem Lichtmikroskop aufgenommen, welches mit einem Elektronenmikroskop? Für Fortgeschrittene können Sie hier auch noch weiter in REM- und TEM-Aufnahmen unterteilen.


Die SchülerInnen lassen sich hier vielleicht von der Farbgebung täuschen. Grundsätzlich lassen sich Licht- und Elektronenmikroskopie unterscheiden, da EM-Bilder an sich schwarz-weiß sind, aber: Man kann sie nachträglich am Computer einfärben. Somit lässt sich auch das Thema besprechen, dass die **Farbgebung** nicht real ist, sondern hier die Erstellerin/der Ersteller des Bildes das Bild nach eigener Vorstellung eingefärbt hat. Das passt auch zu den Darstellungen von Zellen, Proteinen, DNA etc. in der Literatur (z.B. in Schulbüchern). All das sind Modelle, deren Farbgebung willkürlich ist – ein Thema, das mit den SchülerInnen durchaus diskutiert werden kann. Auch lichtmikroskopische Präparate sind gefärbt, um Strukturen besser erkennen zu können. So kennen die SchülerInnen vielleicht das Färben von Zwiebel- oder Hautzellen, die ohne Färbelösung transparent wären.

Abgesehen von der Farbgebung sollten den SchülerInnen deutlich die Unterschiede in der **Vergroößerung** sehen. Mit einem Elektronenmikroskop ist die Auflösung deutlich höher (ca. 0,1 nm) als mit einem Lichtmikroskop (ca. 200 nm = 0,2 μm). Deutlich zeigt sich das im Vergleich der Karten D1 und D2. Bei D1 ist eine

rasterelektronenmikroskopische Aufnahme der roten Blutkörperchen zu sehen, bei D2 sieht man sie (neben den weißen Blutkörperchen) im Lichtmikroskop.

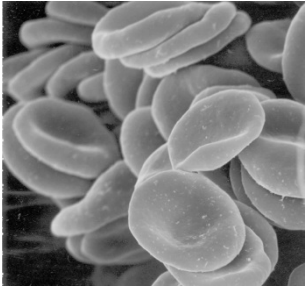
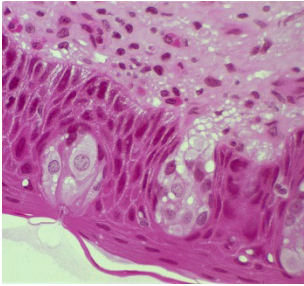
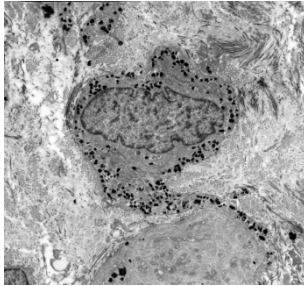

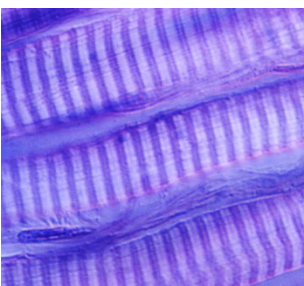
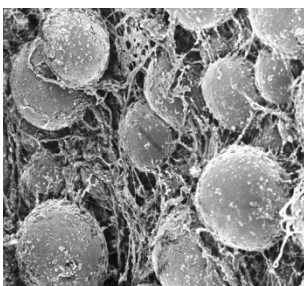
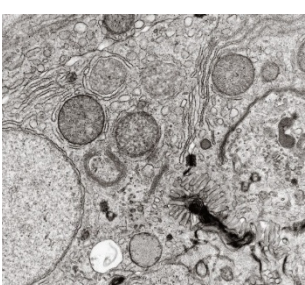
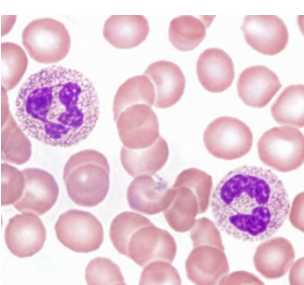

Grundsätzlich lässt sich bei jeder Karte gut besprechen, welche Struktur im Bild nun die eigentlich gemeinte Zelle darstellt. Karte A3 steht beispielsweise für die Geschmackssinneszellen, man sieht im Bild jedoch ein ganzes Epithel mit den Geschmacksknospen. Die eigentlichen Sinneszellen sind jene hellen Zellen innerhalb der Knospe. Auch Karte A4 zeigt nicht nur Sehsinneszellen (links im Bild), sondern auch ein Blutgefäß, das die Netzhaut mit Blut versorgt. Bei den Osteoklasten (Karte F4) sieht man hingegen nicht einzelne Zellen, wie man vielleicht vermuten würde, sondern eine Zelle mit vielen Zellkernen. Bei der Leberepithelzelle (Karte C2) sind sogar die einzelnen Zellorganellen zu sehen.

Besonders schwierig könnte Zelle A1 sein. Man könnte meinen, dass hier eine eingefärbte elektronenmikroskopische Aufnahme abgebildet ist. Im Gegensatz zu den anderen lichtmikroskopischen Bildern wurde hier jedoch kein gewöhnliches Durchlichtmikroskop verwendet, wie es die SchülerInnen kennen, sondern eine spezielle Variante – ein Fluoreszenzmikroskop. Sicherlich wäre es auch möglich, noch genauer auf die einzelnen Methoden einzugehen und auch über die Vergrößerungen zu sprechen bzw. diese auch berechnen zu lassen.

Zu welchen Techniken der Mikroskopie man die auf den Karten verwendeten Zellbilder zuordnet, finden Sie auf  Lösungsblatt L10. Gerne können Sie diese Übung zuvor auch selbst ausprobieren.

Arten der Mikroskopie: Zellbilder zuordnen

Um Zellen genauer betrachten zu können, benötigt man Möglichkeiten zur Vergrößerung. Mikroskop ist aber nicht gleich Mikroskop. Kannst du die Abbildungen den unterschiedlichen Arten der Mikroskopie zuordnen? Ergänze auch, welche Zellen du siehst.

<p>1</p> 	<p>2</p>  <p>© Wellcome Images / Spike Walker</p>	<p>3</p>  <p>© Wellcome Images / Rob Young</p>
<p>4</p>  <p>© Wellcome Images / Yorgos Nikas</p>	<p>5</p>  <p>© rollroboter</p>	<p>6</p>  <p>© Wellcome Images / David Gregory, Debbie Marshall</p>
<p>7</p>  <p>© Wellcome Images / Kevin Mackenzie</p>	<p>8</p>  <p>© Wellcome Images / Spike Walker</p>	<p>9</p>  <p>© rollroboter</p>

- 1 _____ Zellen: _____
- 2 _____ Zellen: _____
- 3 _____ Zellen: _____
- 4 _____ Zellen: _____
- 5 _____ Zellen: _____
- 6 _____ Zellen: _____
- 7 _____ Zellen: _____
- 8 _____ Zellen: _____
- 9 _____ Zellen: _____

Arten der Mikroskopie: Zellbilder zuordnen

1. Um Zellen genauer betrachten zu können, benötigt man Möglichkeiten zur Vergrößerung. Mikroskop ist aber nicht gleich Mikroskop. Kannst du die Abbildungen den unterschiedlichen Arten der Mikroskopie zuordnen? Ergänze auch, welche Zellen du siehst.

- ① Rasterelektronenmikroskop (REM) Zellen: Rote Blutkörperchen (Karte D1)
- ② Lichtmikroskop Zellen: Geschmackssinneszellen (Karte A3)
- ③ Transmissionselektronenm. (TEM) Zellen: Pigmentzellen der Haut (Karte C1)
- ④ Rasterelektronenmikroskop (REM) Zellen: Eizelle (Karte E2)
- ⑤ Lichtmikroskop Zellen: Quergestreifte Skelettmuskelz. (Karte G2)
- ⑥ Rasterelektronenmikroskop (REM) Zellen: Fettzellen (Karte F2)
- ⑦ Transmissionselektronenm. (TEM) Zellen: Leberepithelzellen (Karte C2)
- ⑧ Lichtmikroskop Zellen: Weißer Blutkörperchen (Karte D2)
- ⑨ Lichtmikroskop Zellen: Zellen der glatten Muskulatur (Karte G1)

2. Nachfolgend finden Sie die Zuordnung aller Zell-Abbildungen zu den Arten der Mikroskopie.

Lichtmikroskop		Rasterelektronenmikroskop (REM)		Transmissionselektronenmikroskop (TEM)	
A1	Riechsinneszellen	A4	Sehsinneszellen	C1	Pigmentzellen der Haut
A2	Haarsinneszellen	B1	B-Zellen	C2	Leberepithelzellen
A3	Geschmackssinneszellen	B2	T-Zellen	F4	Osteoklasten
C3	Alveolarepithelzellen	B3	Riesenfresszellen		
C4	Saumzellen des Darms	B4	Dendritische Zellen des Darms		
D2	Weißer Blutkörperchen	D1	Rote Blutkörperchen		
D3	Blut-Vorläuferzellen	D4	Blutplättchen		
F1	Knorpelzellen	E1	Samenzellen		
F3	Becherzellen	E2	Eizelle		
G1	Zellen der glatten Muskulatur	F2	Fettzellen		
G2	Quergestreifte Skelettmuskelzellen				
G3	Herzmuskelzellen				
G4	Gefäßmuskelzellen				

11. Kahoot-Quiz: Diversität menschlicher Zellen und Zellaufbau

- ⇒ **Empfohlen für:** Sekundarstufe I (Quiz 2) und Sekundarstufe II (Quiz 1 und 3)
- ⇒ **Dauer:** 20 Minuten pro Quiz
- ⇒ **Materialien:** Möglichkeit zum Beamen des Quiz (Internetverbindung nötig) sowie zum Abrufen des Quiz für die SchülerInnen (z.B. Smartphone)
- ⇒ **Vermittlungsziele:** Zellaufbau auf konkrete Fragestellungen anwenden (Quiz 1); Inhalte aus *Zell-Trumpf* wiederholen und verinnerlichen (Quiz 2 und 3)
- ⇒ **Mögliche Anknüpfungspunkte:** fächerübergreifend mit Englisch (☞ Aktivität 14) kombinieren

Was ist Kahoot?

Kahoot ist ein interaktives Quiz-Tool. Als Lehrender präsentiert man mittels Beamer und Leinwand die Fragen, die SchülerInnen beantworten sie z.B. am Smartphone. Dabei gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, ein Quiz zur erstellen – von Umfragen ohne Bewertung bis zu einem Wettbewerb, bei dem es am Ende auch SiegerInnen gibt. Kahoot-Quiz können öffentlich eingesehen oder auf privat gestellt werden.

Sie benötigen dafür einen kostenlosen Zugang bei <https://kahoot.com/> und können anschließend selbst ein Quiz anlegen oder in der Datenbank nach bestehenden suchen. Die Website selbst ist vollständig in englischer Sprache angelegt (auch das Menü der SchülerInnen, das über <https://kahoot.it/> aufgerufen wird), es gibt aber auch Quiz auf Deutsch.

Wenn Sie dieses Quiz-Tool noch nicht kennen, starten Sie am besten mit einem Einstiegsvideo: <https://kahoot.com/what-is-kahoot/> – Die drei folgenden Quiz wurden vom Vienna Open Lab erstellt und können von Ihnen im Unterricht verwendet werden. Die Reihenfolge der Fragen und Antworten kann optional randomisiert werden und muss daher nicht den folgenden Tabellen entsprechen. Untenstehend finden Sie jeweils auch einen Link zu unserer Website, falls Sie das Quiz ohne Kahoot durchspielen möchten.

Quiz 1: Zellaufbau und -organellen

- ☞ Kahoot: <https://create.kahoot.it/k/effc9314-6156-4ca4-8e37-822a7fd2ceeb>
- ☞ Website: <https://www.openscience.or.at/de/quizzes/zellaufbau-und-organellen/>

Dieses Quiz beinhaltet zwölf Fragen zum Aufbau von Zellen und Organellen und ist damit eine direkte Anknüpfung an den Lehrplan.

Wie nennt man die flexible Struktur, die Zellen umhüllt?	
Zellmukus	Zellmember
Zellmembran	Zellwand
Welches Zellorganell wird auch als das „Kraftwerk der Zelle“ bezeichnet?	
Endoplasmatisches Retikulum	Lysosom
Mitochondrium	Zellkern
Welche beiden Zellbestandteile findet man in Pflanzenzellen, nicht aber in tierischen?	
Zellmembran und Chloroplasten	Chloroplasten und Zellwand
Mitochondrien und Zellwand	Mitochondrien und Chloroplasten

Dieses Organell enthält die DNA und steuert damit u.a. das Wachstum der Zelle.	
Zellmembran	Zellplasma
Golgi-Apparat	Zellkern
Wie nennt man das Speicherorganell bei Pflanzenzellen?	
Vakuole	Vakuum
Vakuplasma	Vakusol
Wie nennt man die Flüssigkeit innerhalb einer Zelle?	
Cytopartikel	Cytohazweio
Cytoplastik	Cytoplasma
Wie nennt man Zellen ohne Zellkern?	
Eukaryoten	Prokaryoten
Nokaryoten	Postkaryoten
Dieses Organell wird zum Verpacken und Prozessieren von Proteinen benötigt.	
Endoplasmatisches Retikulum	Zellkern
Golgi-Apparat	Mitochondrium
Wo werden in der Zelle Proteine hergestellt?	
Ribosomen	Lysosomen
Zentrosomen	Peroxisomen
In dieser Zelle fehlt ein wesentliches Organell. Welches? (Abb. Tierische Zelle ohne Golgi-Apparat)	
Golgi-Apparat	Chloroplast
Vakuole	Mitochondrium
Wie nennt man die Strukturen, die der Zelle Stabilität geben und bei Zellteilung/-bewegung helfen?	
Cytoplasma	Cytoskelett
Cytosol	Cytomembran
Welches Zellorganell wird für die Photosynthese benötigt?	
Mitochondrium	Cytoplasma
Endoplasmatisches Retikulum	Chloroplast

Quiz 2: Vielfältige menschliche Zellen

➡ Kahoot: <https://create.kahoot.it/k/cf64d844-202b-4a3f-8e82-0581973ec077>

➡ Website: <https://www.openscience.or.at/de/quizze/vielfaeltige-menschliche-zellen/>

Dieses Quiz beinhaltet zwölf Fragen zu unterschiedlichen menschlichen Zellen, die Teil des Kartenspiels *Zell-Trumpf* sind. Es ist sprachlich und inhaltlich auch für die Unterstufe geeignet.

Welche dieser Zellen gehören zu den Immunzellen?	
T-Zellen	Rote Blutkörperchen
Becherzellen	Epithelzellen
Welche Zellen sind mit Abstand am häufigsten im menschlichen Körper zu finden?	
Fettzellen	Weißer Blutkörperchen
Rote Blutkörperchen	Gefäßmuskelzellen

Welche dieser Zellen können nicht nachgebildet werden?	
Geschmackssinneszellen	Haarsinneszellen
Nervenzellen	Knochenzellen
Dieser Zelltyp wird schon vor der Geburt angelegt und nicht mehr nachgebildet. Es handelt sich dabei um die...	
Knochenzellen	Samenzellen
Sehsinneszellen	Eizellen
Welche von diesen Zellen gibt es wirklich?	
Becherzellen	Vasenzellen
Zaunzellen	Glaszellen
Ich entstehe aus der Abspaltung von einer anderen Zelle und bin daher nur 3 µm groß. Man benötigt mich unter anderem zur Blutgerinnung. Wer bin ich?	
Rotes Blutkörperchen	B-Zelle
Weißes Blutkörperchen	Blutplättchen
Zu welchem Gewebe zählt man die Pigmentzellen der Haut und die Saumzellen des Darms?	
Knochengewebe	Epithelgewebe
Bindegewebe	Nervengewebe
Welche Zellen können besonders lang werden (mehrere cm) und haben mehrere Zellkerne?	
Knochenzellen	Herzmuskelzellen
Skelettmuskelzellen	Gefäßmuskelzellen
Welche dieser Zellen besitzt keinen Zellkern?	
Rote Blutkörperchen	Fettzellen
Riesenfresszellen	Herzmuskelzellen
Bei welcher Art von Zellen verändert sich ab dem Erwachsenenalter nur mehr das Volumen, nicht aber die Anzahl?	
Knorpelzellen	Leberepithelzellen
Fettzellen	Blut-Vorläuferzellen
Welche Zellen sind in diesem Bild zu sehen? (Abb. G4)	
Epithelzellen	Gefäßmuskelzellen
Saumzellen des Darms	Knorpelzellen
Die im Bild gezeigte Zelle gehört zu den... (Abb. A2)	
Muskelzellen	Epithelzellen
Immunzellen	Sinneszellen

Quiz 3: Menschliche Zellen und ihre Diversität

☛ Kahoot: <https://create.kahoot.it/k/229dc911-ea5d-4b98-8ed9-f7237395dc3c>

☛ Website: <https://www.openscience.or.at/de/quizzes/menschliche-zellen-und-ihre-diversitaet/>

Dieses Quiz beinhaltet zwölf Fragen zu unterschiedlichen menschlichen Zellen, die Teil des Kartenspiels *Zell-Trumpf* sind. Es ist sprachlich und inhaltlich eher für die Oberstufe geeignet, da hier auch die lateinischen/griechischen Bezeichnungen verwendet werden.

Thrombozyten, Leukozyten und Erythrozyten sind...	
Blutzellen	Epithelzellen
Immunzellen	Sinneszellen
Welche Zellen sind mit Abstand am häufigsten im menschlichen Körper zu finden?	
Pneumozyten	Chondrozyten
Erythrozyten	Thrombozyten
Welche dieser Zellen hat mehr als einen Zellkern?	
Hepatozyten	Osteoklasten
Makrophagen	Adipozyten
Diese Zelle entsteht durch Abspaltung von Megakaryozyten. Sie ist nur 3 µm groß und hat keinen Zellkern. Um welche handelt es sich?	
Spermium	Cardio-Myozyt
Exocrinozyt	Thrombozyt
Welche dieser Zellen lebt nur etwa 10 Tage lang?	
Geschmackssinneszelle	Haarsinneszelle
T-Zelle	Rotes Blutkörperchen
Zu welcher Art von Zellen gehören T-Zellen, B-Zellen und Makrophagen?	
Blutzellen	Epithelzellen
Muskelzellen	Immunzellen
Welche dieser Zellen wird laufend neu gebildet (ca. 1 Milliarde pro Tag)?	
Sehsinneszellen	Leberepithelzellen
Haarsinneszellen	Eizellen
Welche Zellen sind in diesem Bild zu sehen? (Abb. D2)	
Makrophagen und Dendritische Zellen	Eizelle und Spermien
Erythrozyten und Leukozyten	Epithel- und Pigmentzellen
Welche dieser Muskelfasern können willkürlich kontrahiert werden?	
Skelettmuskulatur	Gefäßmuskulatur
Glatte Muskulatur	Herzmuskulatur
Welche dieser Zellen gehört zu den Epithelzellen?	
Dendritische Zellen	Chondrozyten
Melanozyten	Osteoklasten

Zellen haben eine unterschiedlich lange Lebensdauer. Welche dieser Zellen wird nicht neu gebildet und kann ein Leben lang bestehen?	
Zellen der glatten Muskulatur	Sehsinneszellen
Fettzellen	Becherzellen
Wie nennt man die lebenden Bestandteile des Knorpels?	
Osteoklasten	Oozyten
Lymphozyten	Chondrozyten

⇒ **Für Fremdsprachen-Profis:** Öffentliche Kahoot-Quiz gibt es vor allem in englischer Sprache. Mit der Suche nach „cells“ finden Sie sicher ein passendes Quiz zu den Zellorganellen (☞ Aktivität 14). Hier können Sie sich auch daran orientieren, wie oft ein Quiz schon gespielt wurde.

12. Diskussionsspiel zum Thema Stammzellen

- ⇒ **Empfohlen für:** Sekundarstufe II
- ⇒ **Dauer:** 2 Unterrichtseinheiten (das Diskussionsspiel dauert ca. 90 Minuten)
- ⇒ **Materialien:** Foliensatz Stammzellen (<https://www.openscience.or.at/link/stammzellenfolien>)
ausgedruckte Decide-Spielsätze/Spielpläne (<https://www.openscience.or.at/link/playdecide>)
- ⇒ **Vermittlungsziele:** Naturwissenschaftliche Inhalte sowie ethische Aspekte kombinieren und diskutieren
- ⇒ **Mögliche Anknüpfungspunkte:** fächerübergreifend mit Englisch und Ethik (↻ Aktivität 14) kombinieren

Durch das Spielen von *Zell-Trumpf* haben die SchülerInnen viele unterschiedliche Zelltypen kennengelernt. Wie aber kommt diese Diversität zustande? Wie entwickelt sich eine Nervenzelle, wie ein Blutkörperchen? Jede differenzierte (ausgereifte) Zelle im menschlichen Körper entsteht aus **Stammzellen**. Wenn eine Zelle differenziert ist, kann daraus keine andere Zelle mehr werden – eine Hautzelle wird nicht zu einer Knochenzelle. Stammzellen hingegen haben zwei besondere Eigenschaften: Sie können sich selbst erneuern – aus einer Stammzelle wird wieder eine Stammzelle. Und sie können zu spezialisierten Zellen heranreifen. Das läuft schrittweise über Vorläuferzellen ab. Vielleicht erinnern sich die SchülerInnen, welche Zellen eine besonders hohe Produktionsrate haben? Blutzellen, Leberzellen, einige Muskelzellen sowie Hautzellen müssen ständig erneuert werden – das passiert aus gewebsspezifischen Stammzellen.

Stammzellen: Folien & weiterführende Informationen

Das Thema Stammzellen ist für SchülerInnen häufig schwer zu durchschauen. Zur einfacheren Vermittlung hat Open Science dazu einen [Foliensatz](#) erstellt, der die Grundlagen anschaulich erklärt und von Ihnen im Unterricht verwendet werden kann. Werfen Sie einen Blick darauf sowie auf die Hintergrundinformationen im Begleittext.

Diskussionsspiel: „playDecide Stammzellen“

Eine Doppelstunde könnten Sie auch für eine Stammzellen-Diskussion nutzen. Um die Diskussion und Meinungsbildung zu diversen Themen zu erleichtern, wurde im Rahmen eines EU-Projekts das Spielformat *playDecide* entwickelt. Es unterstützt spielerisch Diskussionen zu aktuellen, wissenschaftlichen Themen. Spezielles Vorwissen ist nicht nötig, Fallbeispiele und Infokarten vermitteln das nötige Grundwissen, um nach einer etwa einstündigen Spielrunde Entscheidungen treffen zu können. Bei diesem Spiel gibt es keine VerliererInnen, alle Mitspielenden gewinnen – durch neues Wissen, Formulieren der eigenen Meinung und den Austausch untereinander. Diskutiert werden dabei Fragestellungen wie: „Soll mit embryonalen Stammzellen geforscht werden?“, „Sollen Embryonen ihrer genetischen Ausstattung nach ausgewählt werden dürfen?“ oder „Wann beginnt Leben? Ab der Befruchtung, ab dem ersten Herzschlag, ab der Geburt?“ Zum Diskutieren teilt man die Klasse idealerweise in Gruppen mit max. sieben SchülerInnen ein. Jede Gruppe benötigt einen Spielsatz, den Sie selbst ausdrucken können. Weitere Informationen zum Stammzellen-Decide können Sie auf unserer [Website](#) einsehen. Dort finden Sie auch weitere Decide-Spiele zu anderen Themen (unter anderem zum Thema Tierversuche).

⇒ **Für Fremdsprachen-Profis:** PlayDecide ist aus einem EU-weiten Projekt entstanden und daher in vielen Sprachen verfügbar. Unter anderem finden Sie dort ein Stammzellen-Decide-Spiel in englischer Sprache: <https://playdecide.eu/playdecide-kits/651>

III. Aktivitäten für fächerübergreifenden Unterricht: Zellen jenseits der Biologie

Die Zelle und ihr Aufbau ist ein Thema, das man klassischerweise im Biologie-Unterricht bespricht. Es gibt jedoch viele Möglichkeiten, wie sich die Zelle auch abseits der Biologie im Unterricht wiederfinden kann. So wird der mathematische Aspekt beim Spielen von *Zell-Trumpf* schnell deutlich. Aber auch der Englisch-Unterricht oder das Textile Werken lassen sich fächerübergreifend mit dem Thema Zelle verbinden. Einige Ideen und Anregungen finden Sie nachfolgend. Es wäre sicherlich auch möglich, damit „zelluläre Projektstage“ zu gestalten.

13. Mathematik und Informatik

Zellanzahl – Rechnen mit Millionen, Milliarden, Billionen und Hochzahlen

Mit höheren Zahlen rechnet man im Alltag und auch im Mathematikunterricht seltener. Bei *Zell-Trumpf* wird aber schnell deutlich, dass manche Zellen im menschlichen Körper milliarden- bis billionenfach vorkommen. Schon während des Spielens kommt vielleicht bei jüngeren SchülerInnen das Problem auf, dass sie unsicher sind, welche Zahl höher ist. Es bietet sich also an, diesen **Zahlenbereich** zu besprechen:

Eins	1	10^0	1 – Anzahl der Funktionen von Muskelzellen (Kontrahieren)
Zehn	10	10^1	10 Tage – Lebensdauer einer Geschmackssinneszelle
Hundert	100	10^2	120 Tage – Lebensdauer eines roten Blutkörperchens
Tausend	1 000	10^3	1 000 bis 2 500 – Anzahl der T-Zellen pro μl Blut
Million	1 000 000	10^6	1 Million – Anzahl der Geschmackssinneszellen im Körper
Milliarde	1 000 000 000	10^9	10 Milliarden (10^{10}) – Anzahl der B-Zellen im Körper
Billion	1 000 000 000 000	10^{12}	25 Billionen ($2,5 \cdot 10^{12}$) – Anzahl der roten Blutkörperchen im Körper
Billiarde	1 000 000 000 000 000	10^{15}	1000 Billionen – die Anzahl der roten Blutkörperchen von 40 Menschen

Große Zahlenbereiche sind nur mehr schwer zu verstehen und zu erfassen. Mit Zeiteinheiten lassen sie sich aber gut veranschaulichen:

- 1000 Sekunden = 16 Minuten
- 1 Million Sekunden = 11,5 Tage
- 1 Milliarde Sekunden = 32 Jahre
- 1 Billion Sekunden = 32.000 Jahre

Denkbar wären natürlich Übungen, bei denen die Zahlen ineinander umgerechnet werden – z.B. Wie viele Millionen sind eine Milliarde? Wie viele Nullen haben 10 Billionen? Eine gute Übung ist im Zusammenhang mit *Zell-Trumpf* auch die **Berechnung der Summe** der Anzahl aller Zellen im Deck. Dazu bieten sich auch der Informatikunterricht und die Verwendung von Tabellenkalkulationsprogrammen wie Excel an. Alle Zahlen korrekt in ein Tabellenblatt einzutragen, ist schon herausfordernd – egal ob man Nullen oder Potenzen verwendet. In Summe erhält man knapp 35 Billionen Zellen. Das sind zwar nicht alle Zellen eines Menschen (unbekannte Werte, andere Zelltypen), passt jedoch gut zu den Schätzungen, dass ein Mensch aus 30-39 Billionen Zellen besteht. Man beachte, dass diese Zahlen für einen 70 kg schweren erwachsenen Mann berechnet wurden. Entsprechend muss man für die Summe die Anzahl der Eizellen ausklammern.

Außerdem lässt sich das mit der ➡ Aktivität 8 (Sortieren) verbinden – beispielsweise indem man gemeinsam überlegt, ob man diese Zahlen an einem **Zahlenstrahl** oder in einem **Graphen** darstellen kann. Bei der Zellgröße funktioniert das noch gut, aber klappt das auch bei der Anzahl? Hier wäre es auch möglich, über logarithmische Skalen zu sprechen. Um **Relationen** darzustellen, könnte man z.B. Zellgröße und Anzahl in einem **Koordinatensystem** gegeneinander auftragen.

Zellgrößen – Einheiten und ihre Vorsilben

In den Naturwissenschaften begegnen uns nicht nur große Zahlen wie Billionen, sondern auch Vorsilben für **Einheiten**. Insbesondere in der Molekularbiologie und beim Mikroskopieren sind das oft recht kleine Einheiten.

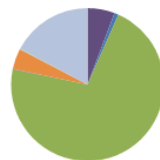
		10^0	1	Eins
d	Deci	10^{-1}	0,1	Zehntel
c	Zenti	10^{-2}	0,01	Hundertstel
m	Milli	10^{-3}	0,001	Tausendstel
μ	Mikro	10^{-6}	0,000 001	Millionstel
n	Nano	10^{-9}	0,000 000 001	Tausendstel

So muss man bei *Zell-Trumpf* vorab vermutlich den griechischen Buchstaben μ erklären. Hier bietet es sich an, vom Bekannten (m, dm, cm, mm) auszugehen. Möglich sind auch hier Umrechnungsbeispiele (z.B. $1 \mu\text{m}$ entspricht wie vielen mm?). Natürlich kann man hier die Skala noch weiter führen – ob nach unten (Piko, Femto...) oder nach oben (Kilo, Mega, Giga...).

Darstellung von Zahlen und Größenverhältnissen

Den SchülerInnen wird sicherlich aufgefallen sein, dass die Anzahl der Zellen im Körper eine große Bandbreite hat – von 7.000 Haarsinneszellen bis zu 25 Billionen roten Blutkörperchen. Das bietet die Möglichkeit, mit den SchülerInnen graphische Darstellungen zu besprechen. Was ist aussagekräftig, was nicht? Welche Art von Diagrammen ist für solche Zahlen geeignet? Wie lässt sich so etwas graphisch gut darstellen?

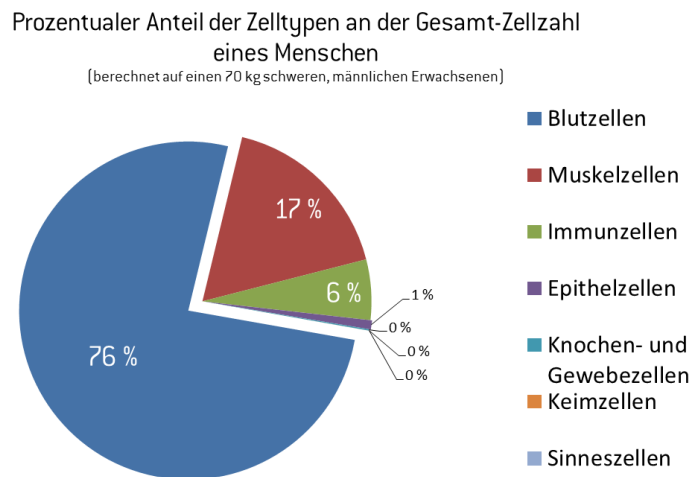
Wenn man sämtliche Zahlen in ein Datenverarbeitungsprogramm wie Excel eingibt und ein Kreisdiagramm mit den Standardeinstellungen erstellt, erhält man folgendes Ergebnis. Erkennen die SchülerInnen, warum dieses Diagramm problematisch ist?



- Rietsinneszellen
- Sehsinneszellen
- T-Zellen
- Makrophagen
- Dendritische Zellen
- Melanozyten
- Hepatozyten
- Pneumozyten
- Erythrozyten
- Neutrophile Granulozyten
- Monozyten
- Thrombozyten
- Spermien
- Chondrozyten
- Adipozyten
- Osteoklasten
- Glatte Muskelzellen
- Herzmuskelzellen

Einerseits ist es schwer zu erkennen, was man hier an sich sehen sollte – es fehlt der Titel des Diagramms. Zudem sind die Farben in der Legende sehr ähnlich. Vor allem aber erkennt man deutlich, dass im Kreisdiagramm nicht alle in der Legende angeführten Zelltypen vorkommen. Warum könnte das so sein? Die SchülerInnen sollen die Zahlen genauer betrachten. Der Anteil der Erythrozyten (roten Blutkörperchen) ist mit ca. 76 % sehr hoch.⁷ Ist es überhaupt sinnvoll, diese 19 unterschiedlichen Zellen in so einem Diagramm darzustellen? Wie könnte man die Größenverhältnisse besser darstellen? Sie können den SchülerInnen das auch als Aufgabe geben.

Einen Versuch eines optimierten Diagramms finden Sie untenstehend. Es wurde um einen Titel und die jeweiligen Prozentanteile ergänzt, die Farben wurden geändert. Zudem wurden die Zellen nach Art des Gewebes gruppiert. Dennoch ergeben sich Werte mit 0 %. Der geringste Wert, der Anteil der Sinneszellen, liegt bei 0,0005 %. Selbst mit der Hervorhebung von kleineren Werten in einem zweiten Kreis oder einem Balkendiagramm (in Excel nennen sich diese Funktionen „Kreis aus Kreis“ bzw. „Balken aus Kreis“), sind diese Werte recht klein und so kaum darstellbar.



Es lässt sich sicherlich diskutieren, ob ein Kreisdiagramm hier die beste Art der Darstellung ist. Vielleicht haben die SchülerInnen noch andere Ideen, wie man all diese Zahlen graphisch aufbereiten kann.

Möglich wären aber auch Übungen zur Interpretation von Diagrammen. Geben Sie zum Beispiel ein Diagramm ohne Beschriftung aus, bei dem die SchülerInnen die Daten den jeweiligen Zellen zuordnen müssen.

Zum biologischen Hintergrund ist zu beachten, dass es sich hier nur um die Zahlen aus dem Kartenspiel handelt. Bei einigen Zelltypen war die Zahl unbekannt und das Kartenspiel deckt auch nicht alle menschlichen Zelltypen ab. Für weitere Zahlen und Hintergrundinformationen empfehlen wir die Arbeit von Sender et al., erschienen im August 2016 in PLOS Biology („Revised Estimates for the Number of Human and Bacteria Cells in the Body“ – frei abrufbar unter <https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.1002533>).

⁷ Beachten Sie auch hier, dass es sich dabei um die Anzahl, nicht um das Volumen handelt.

14. Englisch und Ethik

Diskussion: Stammzellen

Das in der 🔄 Aktivität 12 (Stammzellen-Diskussion) vorgestellte Diskussionsspiel *playDecide* ist in verschiedenen Sprachen verfügbar. Insbesondere jenes zum Thema Stammzellen wurde vielfach übersetzt – die Originalversion ist auf Englisch und unter playdecide.eu zum Download frei verfügbar. Der wissenschaftliche Hintergrund ist bei diesem Thema eher sekundär, es werden eher ethische und politische Themen diskutiert und bietet sich daher auch für den Ethik-Unterricht an. Entsprechend ist zwar Oberstufen-Niveau, aber kein wissenschaftliches Englisch oder ausführliches Vorwissen nötig. Die SchülerInnen haben aber so die Möglichkeit, ihre Diskussionskompetenzen in englischer Sprache weiterzuentwickeln.

Sie finden unter playdecide.eu nicht nur das Diskussionsspiel zu den Stammzellen, sondern auch vielfältige andere Themen, beispielsweise: Gesunde Ernährung, Impfen, Präimplantationsdiagnostik, Umgang mit neuen und sozialen Medien oder Zukunftsvorstellungen für die Welt im Jahr 2050.

Kahoot-Quiz

Unter der 🔄 Aktivität 11 wurden interaktive Kahoot-Quiz vorgestellt, die für dieses Unterrichtspaket erstellt wurden. Nach der Registrierung können Sie aber auch auf alle anderen öffentlichen Kahoots unter <https://create.kahoot.it/> zugreifen. In englischer Sprache gibt es hier besonders viele. Suchen Sie beispielsweise nach „cells“ oder „cell organelles“. Sie können dabei Kahoots verwenden, die von anderen PädagogInnen erstellt wurden, oder wählen Sie eines, das von Kahoot selbst erstellt wurde. Empfehlenswert ist beispielsweise das Quiz [„Biology: Cell Features“](#).

15. Geschichte und Latein

Das Thema Zellen lässt sich auch historisch betrachten. Der Begriff „Zelle“ stammt aus dem 17. Jahrhundert und wurde vom englischen Naturforscher Robert Hooke erstmals verwendet. Möglich wurde dies erst durch die Erfindung des Mikroskops. Hier werden oft die Namen der Niederländer Hans und Zacharias Janssen genannt – historisch jedoch umstritten. Klar ist jedoch, dass Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723), ebenfalls Niederländer⁸, mit seinen einfachen Mikroskopen, deren Linsen besonders gut geschliffen waren, hohe Vergrößerungen von ca. 250x erzielen. So konnte er schon diverse Zellen (u.a. rote Blutkörperchen und Spermien, aber auch Bakterien) beobachten und beschreiben. Zusammengesetzte Mikroskope mit mehrlinsigen Systemen konnten erst 250 Jahre später eine ähnlich gute Auflösung erzielen.

Doch schon vor der Erfindung des Mikroskops und der Entdeckung der Zellen als kleinsten lebenden Baustein hatten die Menschen Vorstellungen über den Aufbau des Körpers. Eine Zusammenfassung über die Medizingeschichte vom Altertum bis zur Neuzeit würde zu weit führen, aber einige Stichwörter, die man als Anregung verstehen kann, sollen hier trotzdem genannt sein:

- Hippokrates (ca. 460-370 v. Chr.), der Pionier der Medizin im antiken Griechenland, prägte die Säftelehre (Blut, Schleim, gelbe und schwarze Galle), nach der Krankheiten durch ein Ungleichgewicht der Säfte entstehen.
- Galen (Galenus von Pergamon, ca. 130-200 n. Chr.) war als griechischer Arzt im antiken Rom tätig und entwickelte Hippokrates' Säftelehre weiter. Er seziierte Tiere und hatte dadurch teilweise falsche Vorstellungen von der Anatomie des Menschen, vor allem von den inneren Organen.
- Sektionen am Menschen waren nicht üblich, häufig auch verboten. Erst mit Andreas Vesalius (1514-1564), ein flämischer Arzt, der auch öffentlich seziierte, wurden anatomische Fehlvorstellungen augenscheinlich und korrigiert.
- Ab dem Spätmittelalter entwickelt sich die Idee, künstlich Menschen herzustellen (z.B. aus Blut, aus Mist). Paracelsus prägte dafür den Begriff Homunkulus (lat. „kleiner Mensch“).

Im Lateinunterricht würden sich Texte über die Vorstellungen der Römer anbieten. Aus heutiger Zeit besonders abwegig erscheinen beispielsweise manche Passagen in der *Historia naturalis* von Plinius dem Älteren. Dieses etwa 77 n. Chr. entstandene Werk behandelt in 37 Büchern naturwissenschaftliche Themen. In den Büchern VII und IX beschreibt Plinius die Herkunft und Anatomie des Menschen. Insbesondere die Vorstellungen von weiblicher Anatomie und der Unterlegenheit der Frau wirken aus heutiger Sicht befremdlich. Auch seine Ausführungen zur Vererbung sind bemerkenswert:

Buch VII, Kapitel 50

lam illa vulgata sunt: varie ex integris truncos gigni, ex truncis integros; eadem parte truncos, signa quaedam naevosque et cicatrices etiam regenerari. quarto partu Dacorum originis nota in brachio redditur.

⁸ Hier würde es sich auch anbieten, über Geschichte und Bedeutsamkeit der Niederlande zu dieser Zeit zu sprechen.

Ganz allgemein ist bekannt: verschiedentlich werden von gesunden Eltern geschädigte, von geschädigten Eltern gesunde Kinder gezeugt, aber auch solche, die an derselben Stelle geschädigt sind, und gewisse Zeichen, Male und Narben vererben sich sogar. Bei den Dakern kehrt ein Herkunftszeichen am Arm noch in der vierten Generation wieder.⁹

Diese und ähnliche Texte wären eine Möglichkeit, naturwissenschaftliche Themen im Latein-Unterricht zu besprechen.

⁹ Plinius Secundus d. Ä., Gaius [= Plinius d. Ä.]: Naturkunde. Lateinisch Deutsch, 36 Bände, Hrsg./dt. Ü.: Roderich König [et al.]. München [u.a.]: Heimeran/Artemis & Winkler 1973 ff.

16. Textiles Werken

⇒ **Empfohlen für:** Sekundarstufe I

⇒ **Dauer:** ca. vier Unterrichtseinheiten

⇒ **Materialien:** Wolle in Stärke 4-5 (ca. 20 g)

Nadelspiel Nr. 4 (auch 4,5 oder 5 sind möglich) – für den Zellkörper alternativ Rundstricknadeln

Nähnadel, Sicherheitsnadel

Füllmaterial (z.B. Watte, evtl. Pfeifenputzer)

Rundenmarkierer (z.B. Wollrest)

Anleitung (☞ Arbeitsblatt A16)

⇒ **Vermittlungsziele:** Rundstricken – Umgang mit dem Nadelspiel; Maschenzu- und -abnahme; Kordel stricken

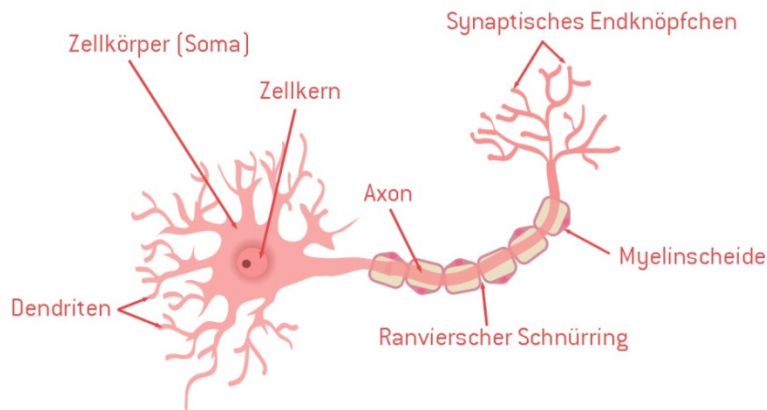
Im Kartenspiel *Zell-Trumpf* finden Sie keine Nervenzellen – warum also nicht eine stricken? Die folgende Anleitung stammt im Original von Gabrielle Theriault und ist kostenlos unter <https://www.ravelry.com/patterns/library/neuron> verfügbar. Englische Strickanleitungen sind an sich nicht schwer zu verstehen, aber für StrickanfängerInnen möglicherweise überfordernd. Daher wurde die Anleitung mit freundlicher Genehmigung von Gabrielle Theriault ins Deutsche übersetzt.



Beim Stricken dieser Anleitung lernt man unter anderem den Umgang mit einem Nadelspiel. Alternativ kann man für den Zellkörper die so genannte „Magic Loop“-Methode verwenden: das Rundstricken mit einer Rundstricknadel, bei der das Seil eigentlich zu lang ist. Diese Methode eignet sich auch für andere Strickstücke (beispielsweise für Socken) und ist für AnfängerInnen etwas einfacher zu erlernen. Weiters beinhaltet das Muster Maschenzu- und -abnahme sowie das Stricken einer Kordel. Alternativ könnten die Dendriten auch gehäkelt oder mit einer Strickliesel gestrickt werden.

Die Nervenzellen sind gut dafür geeignet, Wollreste aufzubrauchen. Es lassen sich auch unterschiedliche Farben kombinieren. Die Maschenprobe wird in der Originalleitung mit 5 cm für 10 Maschen in 14 Reihen glatt rechts angegeben. Hier ist das aber vernachlässigbar, solange das Füllmaterial nicht durch die Maschen durchscheint. Für die Nervenzelle im Bild wurden 16 Gramm der DROPS Big Delight (200 Meter Lauflänge) in der Farbe Nr. 13 (grau) verwendet.

Bevor man aber zu Stricken beginnt, sollte zunächst der **Aufbau einer Nervenzelle** besprochen werden:



Grundsätzlich hat auch eine Nervenzelle jene Bestandteile, die man klassischerweise bei einer tierischen Zelle findet – sie sind aber in der Abbildung nicht alle eingezeichnet. Man würde sie im Bereich des Zellkörpers, auch Soma genannt, finden. Klar zu erkennen sind die charakteristischen Verzweigungen, was auch beim Stricken deutlich wird. „Form fits function“ ist hier zu nennen – die Form der Zelle entspricht ihrer Funktion. Nervenzellen leiten Signale an andere (Nerven-) Zellen weiter und sind entsprechend sehr verzweigt. Natürlich gibt es sie auch in anderen Formen als oben gezeigt, wiederum abhängig von ihrer Funktion. So sieht beispielsweise ein großes Motoneuron im Rückenmark anders aus als eine kleine Nervenzelle im Stammhirn.

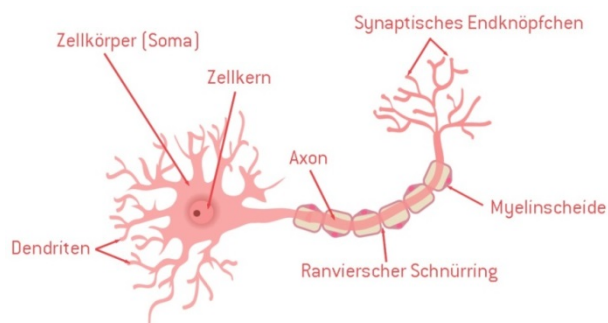
Am Zellkörper befinden sich die Dendriten (von griechisch „dendron“ = Baum), die vor allem der Reizaufnahme dienen. Die Weiterleitung der Signale erfolgt über den langen Fortsatz: das Axon. Die meisten Nervenzellen haben jeweils nur ein Axon, manche auch keines. Das Axon ist von anderen Zellen umhüllt¹⁰, die die Myelinscheiden bilden – eine Art Schutzschicht um das Axon (ähnlich einer Isolierung bei einem Kabel). Dazwischen findet man die so genannten Ranvierschen Schnürringe, an denen das Signal sprunghaft weitergeleitet wird. Am Ende verzweigt sich das Axon in Synapsen. Wenn die Nervenzelle dann Kontakt mit anderen Zellen hat (z.B. einer Muskelzelle), wird das Ende dieser Verzweigungen als synaptisches Endknöpfchen bezeichnet.

¹⁰ Im Zentralnervensystem sind dies die Oligodendrozyten, im peripheren Nervensystem die Schwannschen Zellen.

Strickanleitung: Nervenzelle

Zellkörper

Maschenanschlag:	6 M, auf 3 Nadeln verteilen und zur Runde schließen	
Maschenzunahme:	1 M re und re verschränkt (doppelt abstricken) – 6x	[12 M]
	Rd re	
	1 M re, 1 M re + re verschränkt (doppelt abstricken) – 6x	[18 M]
	Rd re	
	2 M re, 1 M re + re verschränkt (doppelt abstricken) – 6x	[24 M]
	⇒ Beginn der Runde markieren (z.B. mit einem Wollrest)	
	Rd re	
	3 M re, 1 M re + re verschränkt (doppelt abstricken) – 6x	[30 M]
Mitte:	7 Rd re	
Maschenabnahme:	2 M re zusammen, 3 M re – 6x	[24 M]
	2 Rd re	
	2 M re zusammen, 2 M re – 6x	[18 M]
	2 Rd re	
	⇒ Mit Füllmaterial den Zellkörper befüllen und den Anfangsfaden nach innen ziehen	
	2 M re zusammen, 1 M re – 6x	[12 M]
	1 Rd re	
	2 M re zusammen, 2 M re – 3x	[9 M]
	1 Rd re	
	2 M re zusammen, 1 M re – 3x	[6 M]



Axon und Myelin

Für das Axon wird eine Kordel in der gewünschten Länge gestrickt. Dazu die 6 M zurück auf eine Nadel geben und rechts stricken, ohne das Strickstück umzudrehen. Die Maschen werden immer wieder auf der Nadel zurückgeschoben. Nach einigen Reihen bildet sich eine Kordel aus. Man kann entweder parallel zum Stricken mit Watte füllen oder das Axon mit einem Pfeifenputzer verstärken.

Die Ranvierschen Schnürringe werden gebildet, indem man einen Faden an die Basis des Axons knüpft. Mithilfe einer Nähnadel wird der Faden nun durch das Axon gezogen. Dabei wird alle 2 cm ein Ring um das Axon gebildet und verknotet. Hier kann man auch eine andere Wollfarbe wählen, um die Ringe hervorzuheben.

Dendriten

Vom Axon ausgehend werden 3 M auf eine Sicherheitsnadel abgelegt. Mit den verbliebenen 3 M strickt man einige Zentimeter einer Kordel (siehe Axon), strickt zwei Maschen zusammen und strickt noch einige weitere Zentimeter mit 2 M weiter. Am Ende des Dendrits die 2 M zusammenstricken, einen Knoten machen und den Faden kurz abschneiden. Beim zweiten Dendrit verfährt man ebenso.

Für den dritten Dendriten und jene am Zellkörper nimmt man Maschen aus dem Axon und dem Zellkörper auf und strickt hier ebenfalls Kordeln, wie oben. Auch bei den Verzweigungen nimmt man an den Dendriten wieder 2-3 M auf und strickt sie als Kordeln. Hier ist Kreativität gefragt – je abwechslungsreicher die Dendriten mit ihren Verzweigungen gestrickt werden, desto realistischer wird die Nervenzelle. Zum Schluss bleibt noch das Vernähen der Fäden. Jene am Ende der Dendriten können auch nur verknotet und kurz abgeschnitten werden.

17. Physik und Technisches Werken

In der ➔ Aktivität 10 (Mikroskopiebilder) wurden Aufnahmen aus dem Licht- und Elektronenmikroskop genauer betrachtet. Der **Aufbau des Mikroskops** ist im Lehrplan für Biologie Standard. Wie aber so ein Mikroskop im Detail funktioniert, wird häufig ignoriert. Wo entsteht beispielsweise das eigentliche Bild? Biologisch betrachtet entsteht das Bild für uns natürlich erst im Gehirn. Das erste „Zwischenbild“ entsteht aber am Objektiv und wird im Okular vergrößert und so auf die Netzhaut projiziert. Somit ergibt sich auch die **Vergrößerung** eines Mikroskops aus dem Zusammenwirken von Objektiv und Okular. Die Vergrößerung des Objektivs (z.B. 10x) wird mit der des Okulars (z.B. 10x) multipliziert – es ergibt sich demnach eine 100-fache Vergrößerung. Manchmal findet man auch noch eine Vergrößerung am Tubus, mit der ebenfalls multipliziert werden muss.

Ebenso bietet sich die Mikroskopie als anschauliches Beispiel beim Thema **Optik** an (Eigenschaften des Lichts, Lichtbrechung, Linsen und Linsensysteme, Polarisierung von Licht, Welle-Teilchen-Dualismus). Dazu lässt sich auch besprechen, warum man mit einem Lichtmikroskop nicht beliebig vergrößern kann (Stichwort Abbe-Theorie). Auch unterschiedliche Lichtquellen (Halogenlampen, Xenonlampen etc.) können besprochen werden, ebenso Laser, die in der so genannten Konfokalmikroskopie (spezielle Art der Lichtmikroskopie) Anwendung finden.

Neben der Beschäftigung mit dem physikalischen Hintergrund wäre es auch möglich, ein einfaches **Mikroskop selbst zu bauen**. Viele Anleitungen nutzen dabei eine kleine Webcam/ein Smartphone und Acrylglaslinsen aus. Diese Konstruktionen erheben sicherlich nicht den Anspruch, ein perfektes Bild in 400x-Vergrößerung zu bekommen. Sie sollen eine Einführung in die Mikroskopie geben und die Freude am Selbstbauen wecken. Eine empfehlenswerte Anleitung für ein solches „Do it yourself“-Mikroskop finden sie beispielsweise hier: <https://www.medianezz.de/material/smartphone-mikroskop-selber-bauen>

Alternativ könnten Sie mit Ihren SchülerInnen auch forschend-lernen vorgehen: Besprechen Sie den Aufbau eines Mikroskops und diskutieren sie gemeinsam, wie man das Prinzip nachbauen könnte. Die SchülerInnen können auch selbst einen Plan ihres Mikroskops skizzieren. Dazu können Sie die Klasse in Gruppe einteilen und – um die Aufgabe ein wenig einfacher zu gestalten – mögliche Materialien (Schrauben, Holzbretter, Linsen etc.) vorgeben.

18. Bildnerische Erziehung

Im Lehrplan für das Unterrichtsfach Bildnerische Erziehung findet sich der Verweis auf „**visuelle Aspekte von Naturphänomenen**“. Die Zelle ist dazu ein Paradebeispiel – hier lässt sich das Konzept „Form fits function“ besprechen und künstlerisch umsetzen. In den Mikroskop-Abbildungen der Zellen in *Zell-Trumpf* wird die unterschiedliche Form schnell ersichtlich. So ist eine Alveolarepithelzelle sehr dünn, um den Gasaustausch in den Lungenbläschen zu erfüllen. Spermienzellen sind auch dünn und haben eine Geißel, mit der sie sich schnell bewegen können. Fettzellen hingegen sind rund und können ihr Volumen stark vergrößern – je nachdem, wie viel Fett eingelagert werden muss. Man sieht hier deutlich, dass die Form von der Funktion abhängig ist.

Eine mögliche Aufgabe im Kunstunterricht wäre daher, eine **Zelle** zu zeichnen, die eine **bestimmte Funktion** hat (z.B. eine Hautzelle, eine Nervenzelle im Rückenmark – beide kommen in *Zell-Trumpf* nicht vor) – wie könnte diese aussehen? Natürlich wäre es auch möglich, eine Art Fantasiezellen zu zeichnen oder zu gestalten. Ebenso können die SchülerInnen ihre Zellbilder für den Zell-Steckbrief (➡ Aktivität 3) oder ihre eigenen Spielkarten (➡ Aktivität 4) nutzen.

Möglich wäre auch ein **Gruppenprojekt**: die Schaffung eines **Gewebes**. Hier könnte man z.B. die Oberhaut hernehmen: Einige SchülerInnen gestalten Hautzellen, andere Schweiß- und Talgdrüsendrüsen, Rezeptorzellen für Temperatur etc.

IV. Anhang

Hintergrundinformationen & FAQ zu *Zell-Trumpf*

Nachfolgend finden Sie einige Hintergrundinformationen in Form potentieller Fragen und Antworten. Sollten Sie weitere Punkte finden, die Ihnen oder den SchülerInnen unklar sind, kontaktieren Sie uns unter office@viennaopenlab.at – Wir beantworten diese gerne und nehmen sie ggf. hier auf.

Auf den Karten findet man nur die Anzahl der Funktionen. Aber welche sind das?

Der Platz auf den Spielkarten von *Zell-Trumpf* ist limitiert. Entsprechend findet man dort nur die Anzahl der Funktionen. Natürlich können Sie die Details in der ➡ Übersichtstabelle im Anhang nachlesen (oder Sie können die SchülerInnen eine Recherche-Aufgabe geben, ➡ Aktivität 5). Sich auf eine Anzahl festzulegen, war in der Entwicklung des Spiels nicht unbedingt einfach. Es ist teilweise notwendig gewesen, die Funktionen auf das Wesentliche zu reduzieren: auf die Hauptaufgabe der Zellen. Detailfunktionen wurden nicht mitgezählt. Beim Spielen hat man in dieser Kategorie den Vorteil, dass es keine unbekanntenen Werte gibt. Deutlich wird die Komplexität der Immunzellen bzw. des Immunsystems – T-Zellen und Makrophagen haben je fünf Funktionen.

Wie wird die Anzahl der Zellen gezählt/berechnet?

Die Anzahl der Zellen im menschlichen Körper wird für einen erwachsenen, 70 kg schweren Mann auf 30 Billionen geschätzt. Schätzen ist das Stichwort – man kann unmöglich alle Zellen zählen. Dabei gibt es natürlich Möglichkeiten, Hochrechnungen zu erstellen. Man könnte das mit einem Regenschirm vergleichen – dieser ist eine Stichprobe, mit der auf die gesamte Niederschlagsmenge einer bestimmten Region rückgerechnet wird.

In der Literatur finden sich häufig noch übertriebene Zahlen – manche davon beruhen auf falschen Annahmen oder Fehlern. Beispielsweise findet man häufig noch die Information, dass der Mensch aus 100 Billionen Zellen und 10x so vielen Mikroorganismen besteht. Es liegt in der Natur der Wissenschaft, dass Daten aktualisiert werden. Entsprechend wissen wir heute, dass die Zahlen deutlich niedriger sind: 30 Billionen Körperzellen und 38 Billionen Mikroorganismen.

Wie aber kommt man auf diese Zahlen? Relativ einfach zu berechnen sind die Blutzellen. Bei einer durchschnittlichen Blutmenge von 4,9 Liter und einer durchschnittlichen Anzahl von 5 Billionen roten Blutkörperchen pro Liter Blut erhält man insgesamt 24,5 Billionen Zellen. Schwieriger wird es schon bei Epithel- oder Muskelzellen, da man hier viele Oberflächen hat, deren Berechnung fehleranfällig ist. Daher war auch die Anzahl der Mikroorganismen ursprünglich zu hoch – man hatte ein falsches Volumen für den Dickdarm zur Berechnung herangezogen.

Als Literatur und für weitere Zahlen ist die Arbeit von Sender et al. sehr empfehlenswert, erschienen im August 2016 in PLOS Biology („Revised Estimates for the Number of Human and Bacteria Cells in the Body“ – frei abrufbar unter <https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.1002533>).

Warum sind bei einigen Zellen nicht alle Werte bekannt?

Das hat einen einfachen Grund: Der Wert ist nicht bekannt bzw. konnte keine zuverlässige Quelle gefunden werden. Bei manchen Zellen hat es schlicht auch keine biologische Relevanz und wird deshalb nicht erforscht. Selbst WissenschaftlerInnen, die mit Zellen arbeiten, müssen deshalb nicht wissen, wie viel Zellen eines bestimmten Typs täglich im menschlichen Körper produziert werden – da es nicht unbedingt für ihre Forschungsfrage relevant ist.

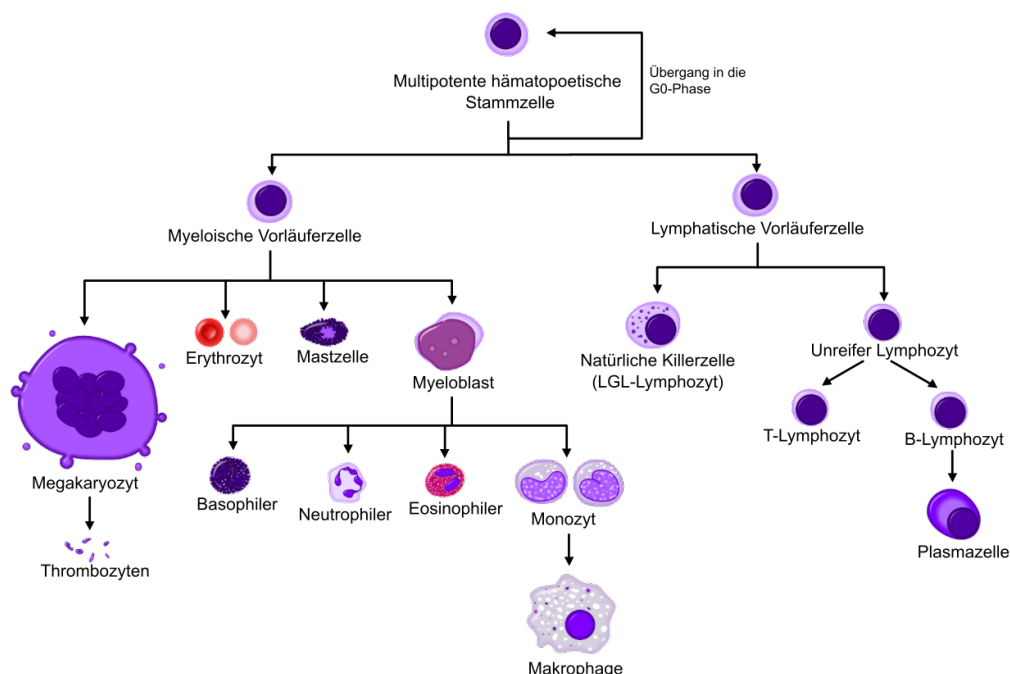
Wieso sind die Zellen in diese sieben Kategorien eingeteilt? Kann man Zellen auch anders einteilen?

Gewebe lassen sich in vier Grundgewebetypen einteilen: Epithelgewebe, Binde- und Stützgewebe, Muskelgewebe und Nervengewebe. Für *Zell-Trumpf* war es notwendig, mehr Kategorien zu finden, um das Trumpf-Spielprinzip zu ermöglichen. Berücksichtigen musste man auch, dass nicht für alle Zelltypen Zahlen vorhanden waren. Entsprechend wurde das Binde- und Stützgewebe in mehrere Kategorien aufgeteilt. Das Nervengewebe findet sich in Form der Sinneszellen wieder.

In der Literatur findet sich meist die Einteilung nach der entwicklungsbiologischen Herkunft der Zellen. Jede Zelle entsteht aus einem der drei Keimblätter (Endo-, Meso- und Ektoderm).

Warum findet man die Monozyten bei den Blutzellen? Sind das nicht Immun-Vorläuferzellen?

Die Grenze zwischen Blut- und Immunzellen ist schwer zu ziehen, da auch Immunzellen teilweise im Blut zirkulieren und sich alle aus denselben Vorläuferzellen (multipotente hämatopoetische Stammzellen) entwickeln. Für das Spiel *Zell-Trumpf* war eine Kategorisierung und entsprechend eine Vereinfachung notwendig. Das zeigt sich deutlich in dieser schematisierten Darstellung der Blutbildung (Hämatopoese):



Von Hematopoiesis_simple.svg: Mikael Häggström/derivative work: Furrir - Diese Datei wurde von diesem Werk abgeleitet: HÖmatopoesis_simple.svg, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=309470060>

Monozyten wurden der Kategorie Blutzellen zugeordnet, da sie im Blut zirkulieren und erst im Gewebe zu Makrophagen bzw. teilweise zu dendritischen Zellen differenzieren. Ebenso könnte man die weißen Blutkörperchen (Leukozyten) auch zu den Immunzellen zählen. Im Spiel sind nur die neutrophilen Granulozyten

als Vertreter der weißen Blutkörperchen genannt. Es gehören aber auch die basophilen und eosinophilen Granulozyten, die Monozyten und die Lymphozyten dazu.

In der Abbildung nicht zu sehen, sind die dendritischen Zellen, die aus Monozyten oder aus unreifen Lymphozyten entstehen können. Man findet sie nicht nur im Darm (wie die Spielkarte B4 vielleicht vermuten lässt), sondern an allen inneren und äußeren Oberflächen im Körper (Epithelgewebe der Haut, des Verdauungssystems, Schleimhäute etc.).

Wie kann eine Zelle mehrere Zellkerne haben?

Im Unterricht wird der Aufbau der tierischen Zelle sehr genau durchgenommen. Eine „klassische“ eukaryotische Zelle enthält einen Zellkern. Es gibt jedoch Ausnahmen: Ein so genanntes Synzytium ist eine mehrkernige Zelle, die aus Verschmelzung von einkernigen Zellen entstanden ist. Beim Menschen gehören die Fasern der quergestreiften Muskelfasern und die Osteoklasten dazu. Auch manche Pflanzen- und Pilzzellen können mehrere Zellkerne haben.

Grundsätzlich sind die Modelle und Abbildungen von Zellen, wie auch jene in den Fehlersuchbildern (☞ Aktivität 9), Vereinfachungen. Eine Zelle hat mehr als nur einige Mitochondrien, abhängig vom Zelltyp und der Phase im Zellzyklus. Mehrere Hundert bis Tausend konnte man in menschlichen Zellen zählen. Auch mehrere Golgi-Apparate sind möglich, wobei das eher bei pflanzlichen Zellen der Fall ist.

Die Komplexität von Zellen wird generell in Modellen vernachlässigt. In dem von der Universität Harvard erstellten Video „The Inner Life of the Cell“ (<https://www.xvivo.net/animation/the-inner-life-of-the-cell/>) wird sie hingegen deutlich.

Spielkarten im Überblick

Um Ihnen die Arbeit mit den 26 Spielkarten von *Zell-Trumpf* zu erleichtern, finden Sie nachfolgend die Informationen aller Spielkarten in einer Übersichtstabelle. Die mit * markierten Informationen sind nicht auf den Karten vermerkt. Dabei handelt es sich vor allem um die Funktion(en) im Detail.

Zellart	Nr.	Deutscher Name	Fachbegriff	Anzahl im Körper	Zellgröße	Lebensdauer	Produktion	Fkt.	Funktion(en) im Detail*	Besonderheiten
SINNESZELLEN	A1	Riechsinneszellen		30 Millionen	45 μm	ein Monat	1 Million pro Tag	2	Reizaufnahme und -weiterleitung an das Gehirn	Mit Hilfe der Riechsinneszellen kann der Mensch etwa 10.000 Düfte unterscheiden.
	A2	Haarsinneszellen	Mechanorezeptorzellen im Ohr	7.000	32 μm	ein Leben lang	werden nicht neu gebildet	2	Reizaufnahme und -weiterleitung an das Gehirn	Haarzellen im Ohr nehmen die Schwingungen von Schallwellen auf. Sehr laute Geräusche überlasten die Haarzellen.
	A3	Geschmacksinneszellen		1 Million	50 μm	10 Tage	100.000 pro Tag	2	Reizaufnahme und -weiterleitung an das Gehirn	Geschmacksrezeptoren für süß, bitter und umami sind nicht nur auf den Sinneszellen der Zunge, sondern im ganzen Körper verteilt zu finden.
	A4	Sehsinneszellen	Photorezeptorzellen	120 Millionen Stäbchen und 7 Millionen Zapfen	50 μm	ein Leben lang	werden nicht neu gebildet	2	Reizaufnahme und -weiterleitung an das Gehirn	Stäbchen sind für das Sehen im Dunkeln und Zapfen für die Farbwahrnehmung verantwortlich.

IMMUNZELLEN	B1	B-Zellen	B-Lymphozyten	10 Milliarden	8 μ m	wenige Monate	unterschiedlich bei Krankheit/ Gesundheit	2	Antigen-Erkennung und -präsentation, Produktion von Antikörpern	Jede B-Zelle produziert nur einen Typ Antikörper, der gegen einen ganz bestimmten Fremdstoff oder Keim gerichtet ist.
	B2	T-Zellen	T-Lymphozyten	5 Milliarden	8 μ m	mehrere Jahre	unterschiedlich bei Krankheit/ Gesundheit	5	Erkennung körperfremder Stoffe (wenn diese an der Zelloberfläche anderer Abwehrzellen präsentiert werden), Informationsweitergabe, Zerstörung von Tumorzellen oder virusinfizierter Zellen, Regulation der Immunabwehr, Informationsspeicherung	Ein durchschnittlicher, gesunder Erwachsener besitzt ca. 1.000 bis 2.500 T-Zellen pro Mikroliter Blut. Bei Neugeborenen ist die Zahl höher.
	B3	Riesenfresszellen	Makrophagen	2 Billionen	25 μ m	Monate bis Jahre	unbekannt	5	Phagozytose, Antigenpräsentation, Rekrutierung von Granulozyten, Aktivierung von T-Helfer-Zellen, Wundheilung	Makrophagen entwickeln sich aus Monozyten, sobald diese das Blut verlassen und ins Gewebe einwandern. Sie sind Teil der unspezifischen Immunabwehr.
	B4	Dendritische Zellen des Darms		100 Millionen	15 μ m	3 Tage	33 Millionen pro Tag	2	Antigen-Erkennung und -präsentation, Stimulierung von T- und B-Zellen	Dendritische Zellen spüren Pathogene im Darm auf, beseitigen diese und präsentieren an ihrer Oberfläche Fragmente der aufgenommenen Keime.

EPITHELZELLEN	C1	Pigmentzellen der Haut	Melanozyten	2 Milliarden	7 μm	48 Tage	40 Millionen pro Tag	2	Produktion und Verteilung von Melanin (UV-Schutz), Regulation anderer Hautzellen (Hauthomöostase)	Bei der Krankheit Vitiligo kommt es zu einer autoimmunen Blockierung oder Zerstörung der Melanozyten. Pigmentfreie, weiße Hautareale sind die Folge.
	C2	Leberepithelzellen	Hepatozyten	300 Milliarden	35 μm	10 Monate	1 Milliarde pro Tag	4	Entgiftung, Fettsäuresynthese, Gallensäuresynthese, Proteinsynthese	Hepatozyten werden ständig neu gebildet. Daher kann im Fall der Leber auch eine Lebendtransplantation erfolgen, bei der ein Teil der Leber übertragen wird.
	C3	Alveolarepithelzellen	Pneumozyten	300 Millionen	15 μm	unbekannt	unbekannt	5	Gasaustausch, Surfactantproduktion, Verstoffwechslung von Fremdstoffen, Wassertransport, Regeneration von Lungenepithel nach Verletzungen	Pneumozyten sind besonders dünn (manchmal nur 25 nm), damit der Gasaustausch zwischen Alveole (Lungenbläschen) und Blut funktioniert.
	C4	Saumzellen des Darms	Enterozyten*	unbekannt	30 μm	5 Tage	unbekannt	3	Wasser-, Salz- und Nährstoffaufnahme, Sekretion von Antikörpern, Aufnahme und Verarbeitung von Antigenen	Die Epithelzellen des Darms spielen eine wichtige Rolle bei der Unterscheidung von nützlichen und schädlichen Darmbakterien.

BLUTZELLEN	D1	Rote Blutkörperchen	Erythrozyten	25 Billionen	7 μm	120 Tage	200 Milliarden	2	Sauerstoff- und CO ₂ -Transport	Rote Blutkörperchen besitzen keinen Zellkern.
	D2	Weißer Blutkörperchen	Neutrophile Granulozyten	25 Milliarden	13 μm	2-5 Tage	10 Milliarden pro Tag	2	Zerstörung und Beseitigung von Bakterien und toten Zellen (Phagozytose), Anlocken von Monozyten und Makrophagen	Bei Eiter handelt es sich unter anderem um eine Ansammlung von toten und sterbenden Granulozyten.
	D3	Blut-Vorläuferzellen	Monozyten	2 Milliarden	15 μm	im Blut weniger als 3 Tage	unbekannt	3	Aufnahme und Zerstörung von Fremdstoffen, Antigenpräsentation, Vorläufer für Makrophagen und Dendritische Zellen	Monozyten kommen vor allem im Gewebe vor und fressen Mikroorganismen, aber auch alte körpereigene Zellen.
	D4	Blutplättchen	Thrombozyten	1,5 Billionen	3 μm	10 Tage	150 Millionen pro Tag	3	Blutgerinnung, Aufnahme von Fremdstoffen (Endozytose), Senden von Botenstoffen an die Immunabwehr	Blutplättchen sind die kleinsten Zellen des Körpers und besitzen keinen Zellkern.
KEIMZELLEN	E1	Samenzellen	Spermatozoen	800 Millionen	55 μm	5 Tage im Eileiter	100 Millionen pro Tag	1	Befruchtung der Eizelle zur Weitergabe des männlichen Erbguts	Von den 300 Millionen Spermien pro Ejakulat gelangen nur ca. 200 zum Eileiter – jenem Ort, an dem die Befruchtung stattfindet.
	E2	Eizelle	Oozyte	400.000	150 μm	im reifen Zustand 12 bis 18 Stunden	0	1	Verschmelzung mit Samenzellen zur Weitergabe des weiblichen Erbguts	Eizellen werden schon vor der Geburt erzeugt. Von den 400.000 Stück werden aber nur ca. 500 verwendet und reifen bis zum Eisprung.

KNOCHEN- UND GEWEBEZELLEN	F1	Knorpelzellen	Chondrozyten	500 Millionen	26 μm	nur in vitro ("im Glas") erforscht	unbekannt	2	Aufbau des Knorpels, Stützfunktion	Chondrozyten und ihre Vorläuferzellen sind die einzigen lebenden Bestandteile des Knorpels.
	F2	Fettzellen	Adipozyten	45 Milliarden	120 μm	10 Jahre	12 Millionen pro Tag	2	Energiespeicherung in Form von Fett, Hormonausschüttung (beeinflusst Hungergefühl, Zucker- und Fettstoffwechsel)	Dicke Menschen haben ca. 1,5-mal so viele Fettzellen wie schlanke Menschen. Die Anzahl an Fettzellen bleibt aber ab dem Erwachsenenalter konstant. Lediglich das Volumen kann sich ändern.
	F3	Becherzellen	Exocrinocyticaliciformes	unbekannt	25 μm	5-6 Tage	unbekannt	1	Schleimproduktion im Darm und in den Atemwegen	Becherzellen produzieren Schleim in den Atemwegen und im Magen-Darm-Trakt. Man findet sie aber auch im Auge und in der Nasenhöhle.
	F4		Osteoklasten	500 Millionen	100 μm	2,5 Tage	200 Millionen pro Tag	1	Resorption von Knochensubstanz (Knochenabbau)	Osteoklasten enthalten bis zu 10 Zellkerne. Außerdem können sie sich (wie die nahe verwandten Makrophagen) amöboid fortbewegen.

MUSKELZELLEN	G1	Zellen der glatten Muskulatur		8 Milliarden	200 μm	15 Jahre	130 Millionen pro Tag	1	Muskelkontraktion (nicht willkürlich steuerbar)	Bei einem 70 Kilogramm schweren Menschen, wiegen die Muskeln ungefähr 30 Kilogramm. Nur ein Kilogramm davon macht die glatte Muskulatur aus.
	G2	Quergestreifte Skelettmuskelzellen		unbekannt	2-3 cm	15 Jahre	unbekannt	1	Muskelkontraktion (willkürlich steuerbar)	Bei einem 70 Kilogramm schweren Menschen, wiegen die Muskeln ungefähr 30 Kilogramm. 28,7 Kilogramm davon sind Skelettmuskeln.
	G3	Herzmuskelzellen	Cardio-Myozyten	2,6 Milliarden	16 μm	ein halbes Leben lang	70.000 pro Tag	1	Kontrolle der Herzkontraktion bzw. -frequenz	Innerhalb des ganzen Lebens werden weniger als 50 % der Herzmuskelzellen erneuert.
	G4	Gefäßmuskelzellen		6 Billionen	200 μm	200 Tage	29 Milliarden pro Tag	1	Kontraktion der Gefäße	Gefäßmuskelzellen können dazu angeregt werden, ihr Erscheinungsbild zu ändern. Dies ist eine Voraussetzung für die Entwicklung von Atherosklerose (Arterienverkalkung).

Bildrechte

Sofern nicht anders angegeben, liegen die Bildrechte beim Vienna Open Lab.

Die Abbildung auf den Seiten 22 und 23 wurde adaptiert von penStax College - Anatomy & Physiology, Connexions Website. <http://cnx.org/content/col11496/1.6>, Jun 19, 2013., CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30131223>

Die Abbildung auf Seite 72 stammt von Mikael Häggström – derivative work: Furfur – Diese Datei wurde von diesem Werk abgeleitet: Hematopoiesis simple.svg., CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=309470060>

Die Rechte der in *Zell-Trumpf* und teilweise in diesem Unterrichtspaket verwendeten Zell-Abbildungen liegen bei folgenden Personen/Institutionen:

A1: © Charles Greer

A2: © BIODIDAC

A3: © Wellcome Images / Spike Walker

A4: © Wellcome Images / David Furness

B1: © Bernhard Poppe für Dform, Wien

B2: Public Domain – by Unknown photographer/artist (False color modifications made by Dr. Triche), National Cancer Institute, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1243806>

B3: © University of Nis

B4: © Universität Konstanz

C1: © Wellcome Images / Rob Young

C2: © Wellcome Images / Kevin Mackenzie

C3: © Bernhard Poppe für Dform, Wien

C4: © Bernhard Poppe für Dform, Wien

D1: Public Domain – Tina Carvalho, University of Hawaii at Manoa

D2: © M. I. Walker/Science Source

D3: Dr Graham Beards – Own work, CC BY-SA 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=20521950>

D4: © Wellcome Images / David Gregory & Debbie Marshall

E1: Public Domain – No specific author - Own work,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14625493>

E2: © Wellcome Images / Yorgos Nikas

F1: © Wellcome Images / Ivor Mason

F2: © Wellcome Images / David Gregory & Debbie Marshall

F3: Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1413343>

F4: Public Domain – Robert M. Hunt at English Wikipedia – Transferred from en.wikipedia to Commons by Kauczuk using CommonsHelper, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7168671>

G1: Rollrobooter – Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30653693>

G2: Rollrobooter – Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30653693>

G3: © Wellcome Images / Spike Walker

G4: By Juan Carlos Fonseca Mata – Own work, CC BY-SA 4.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=41437757>