

ZELLEN SIND TRUMPF!

E-Learning-Version mit ausgewählten
Inhalten aus dem Unterrichtspaket –
für den virtuellen Unterricht geeignet



VIENNA
OPEN LAB

Das molekularbiologische Mitmachlabor am Vienna BioCenter

© 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: 24. März 2020

Sehr geehrte Pädagoginnen und Pädagogen,

die vorliegende E-Learning-Version enthält Teile aus unserem Unterrichtspaket „Zellen sind Trumpf“, das noch umfassender gestaltet ist. In dieser Kurzversion wurde darauf geachtet, dass die **Inhalte für virtuellen Unterricht oder als Arbeitsaufgaben für zu Hause geeignet** sind. Es soll eine Unterstützung für Sie sein, um altersadäquate und spielerische Möglichkeiten der Vermittlung von Zellbiologie kennenzulernen und Anknüpfungspunkte für Ihren virtuellen Unterricht zu finden.

Das ursprüngliche Unterrichtspaket basiert auf dem Kartenspiel „Zell-Trumpf“, welches kostenlos bestellt werden kann und postalisch (innerhalb Österreichs) auf Ihre Kosten zugesendet wird. Weitere Informationen zum Kartenspiel und zur Bestellung finden Sie unter <https://www.viennaopenlab.at/link/Zelltrumpf>

Bis dahin finden Sie auf Seite 46 eine Auflistung aller Spielkarten samt Informationen.

Die Aktivitäten sind nummeriert und mit Buchstaben versehen. Für ➡ Aktivität 4 sind das beispielsweise:

B4 = Beschreibung für PädagogInnen

A4 = dazugehöriges Arbeitsblatt

L4 = 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.

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 zukünftig 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. Aktivitäten	5
1. Mindmap zur Zelle: Wissensevaluierung „vorher“ und „nachher“	5
2. Zell-Steckbrief	7
3. Recherchiere und entdecke die Funktionen der Zelle	9
4. Einfache und knifflige Zell-Rätsel	13
5. Bilderrätsel und Fehlersuchbilder	27
6. Arten der Mikroskopie – Zellbilder sortieren und interpretieren	34
II. Fächerübergreifende Aktivitäten für zu Hause: Zellen jenseits der Biologie	38
7. Stricken einer Nervenzelle (Textiles Werken)	38
8. Zeichnen von Zellen (Bildnerische Erziehung)	42
III. Anhang	43
Hintergrundinformationen & FAQ zu <i>Zell-Trumpf</i>	43
Spielkarten im Überblick	46
Bildrechte	52

I. 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 in ein Thema möglich

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).

⇒ **Alternative:** Nutzen Sie die Methode für ein anderes Thema, das sie erarbeiten lassen 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 Wortes¹ zu besprechen.

¹ 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“) – lateinisch für Kämmerchen, aber auch für Mönchszellen. Somit ist der Begriff Gefängniszelle sprachlich durchaus zum Thema passend.

„Vorher“	„Nachher“
<p>A hand-drawn mind map with 'ZELLE' in a blue box at the center. Branches include: Pilz, Pflanzen, DNA, Einzeller, Tiere, and Photosynthese.</p>	<p>A hand-drawn mind map with 'ZELLE' in a cloud-like shape at the center. Branches include: SSX, mitochondria, Enzyme, RNA, Chloroplasten, Einzeller, Zellkern, Zellwand, Mitochondrien, DNA, Golgi-Apparat, and SSB.</p>
<p>A hand-drawn mind map with 'Zelle' at the center. Branches include: Gefäßans, Ribosom, Mitochondrien, Plagma, and Zellkern.</p>	<p>A hand-drawn mind map with 'ZELLE' in an oval at the center. Branches include: Zellwand, Endoplasmatisches Retikulum, Zellkern, DNA, Tierische Zelle, Pflanzliche Zelle, and Hundert-100 Billionen.</p>
<p>A hand-drawn mind map with 'Zelle' in a cloud-like shape at the center. Branches include: Klammer, Leber, Gefäßans, einzeller, and Zellenkern.</p>	<p>A hand-drawn mind map with 'Zelle' in an oval at the center. Branches include: ER, Enzyme, Golgi-Apparat, Zellkern, DNA, Ribosom, Mikroskop, Glas, Wasser, Kanäle, and Mutation.</p>

2. Zell-Steckbrief

- ⇒ **Empfohlen für:** Sekundarstufe I; bei Zellen, die nicht Teil von *Zell-Trumpf* sind, auch Sekundarstufe II
- ⇒ **Dauer:** 1 Unterrichtseinheit
- ⇒ **Materialien:** ausgedrucktes ➔ Arbeitsblatt A2, Recherchemöglichkeit, Zellen im Überblick (siehe Seite 46)
- ⇒ **Vermittlungsziele:** sich mit einem Zelltyp im Detail beschäftigen, Recherche betreiben (und ggf. die Grenzen kennenlernen)
- ⇒ **Mögliche Anknüpfungspunkte:** Kombination mit ➔ Aktivität 3 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.

Diese Aufgabe bietet unterschiedliche Schwierigkeitsgrade und Möglichkeiten in der Umsetzung:

- **EINFACH:** Übertragen eines Karteninhalts in den Steckbrief (anstelle der Spielkarten)
- **MITTEL:** Funktionen selbst recherchieren und nicht nur die Anzahl angeben
- **SCHWIERIG:** Gibt es eine Zelle, die den SchülerInnen oder Ihnen in der Auflistung (siehe Seite 46) fehlt? Unabhängig von einer Spielkarte betreiben sie selbst Recherche. Bei dieser Aufgabe können sie schnell an Grenzen stoßen.

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

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? _____

3. 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 dauert ca. 25 Minuten, mit der Rechercheaufgabe sicher 1 Unterrichtseinheit
- ⇒ **Materialien:** Ausgedruckte Funktionskärtchen (☞ Arbeitsblatt A3), Recherchemöglichkeit
- ⇒ **Vermittlungsziele:** Funktionen der Zellen im Detail kennenlernen und ein Bewusstsein für die Komplexität bekommen
- ⇒ **Mögliche Anknüpfungspunkte:** vor ☞ Aktivität 2

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 A3). 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 L3 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.

⇒ **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}	

4. 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:** 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 A4.1	Zehn Begriffe zum Thema Zelle finden – Wörter sind vorgegeben	Einfach
Wortsuchrätsel ➔ Arbeitsblatt A4.2	Zehn Begriffe zum Thema Zelle finden – Wörter sind nicht vorgegeben	Mittel
Wortsuchrätsel ➔ Arbeitsblatt A4.3	Zehn Fachbegriffe zum Thema Zelle finden – Wörter sind vorgegeben, aber lateinische und griechische Bezeichnungen sind gesucht	Mittel
Wortsuchrätsel ➔ Arbeitsblatt A4.4	Zehn Fachbegriffe zum Thema Zelle finden – Wörter sind nicht vorgegeben und komplex	Schwierig
Kreuzworträtsel ➔ Arbeitsblatt A4.5	„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 A4.6	„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 A4.7	⇒ 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: _____

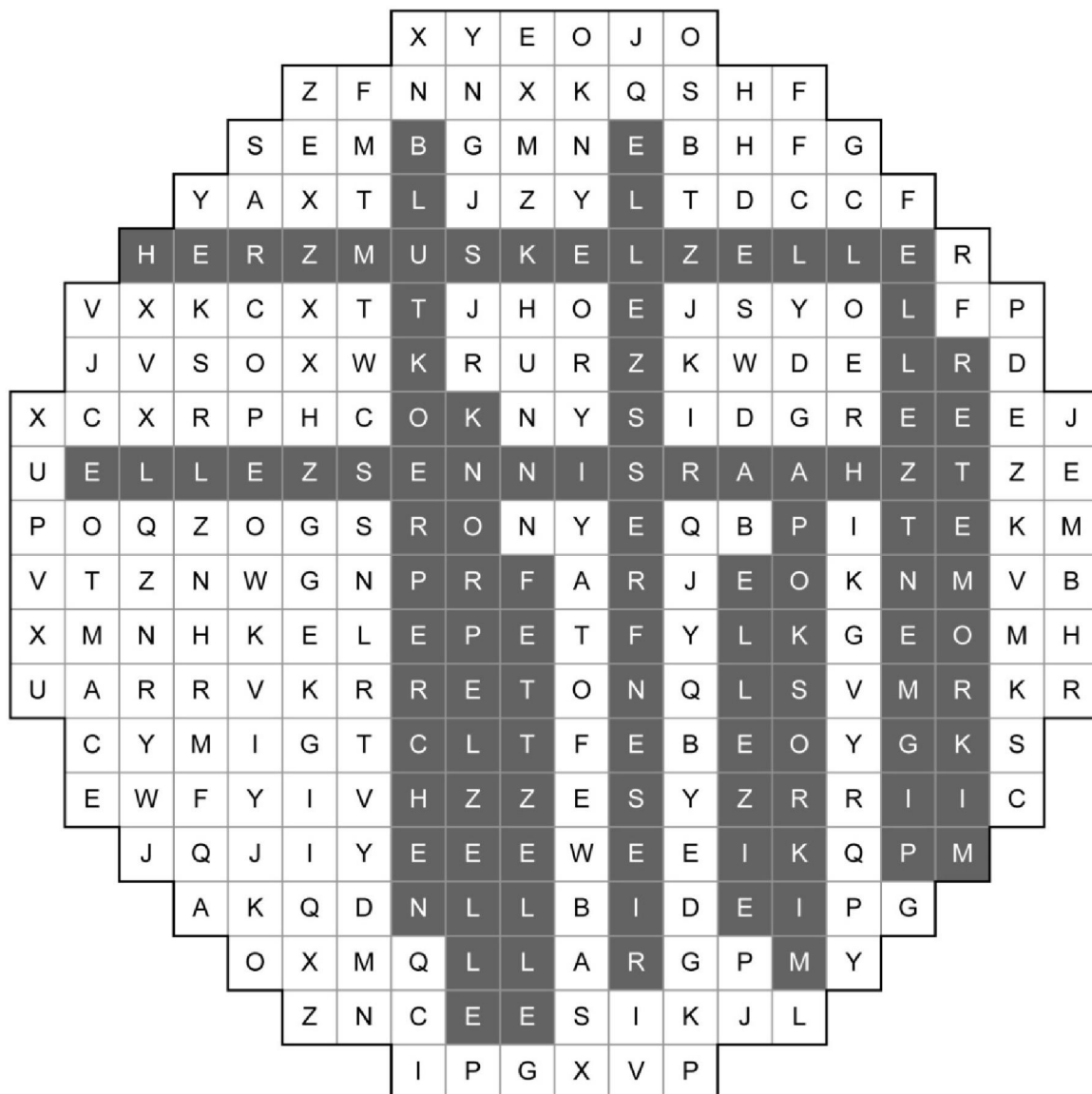
Fettzelle: _____

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

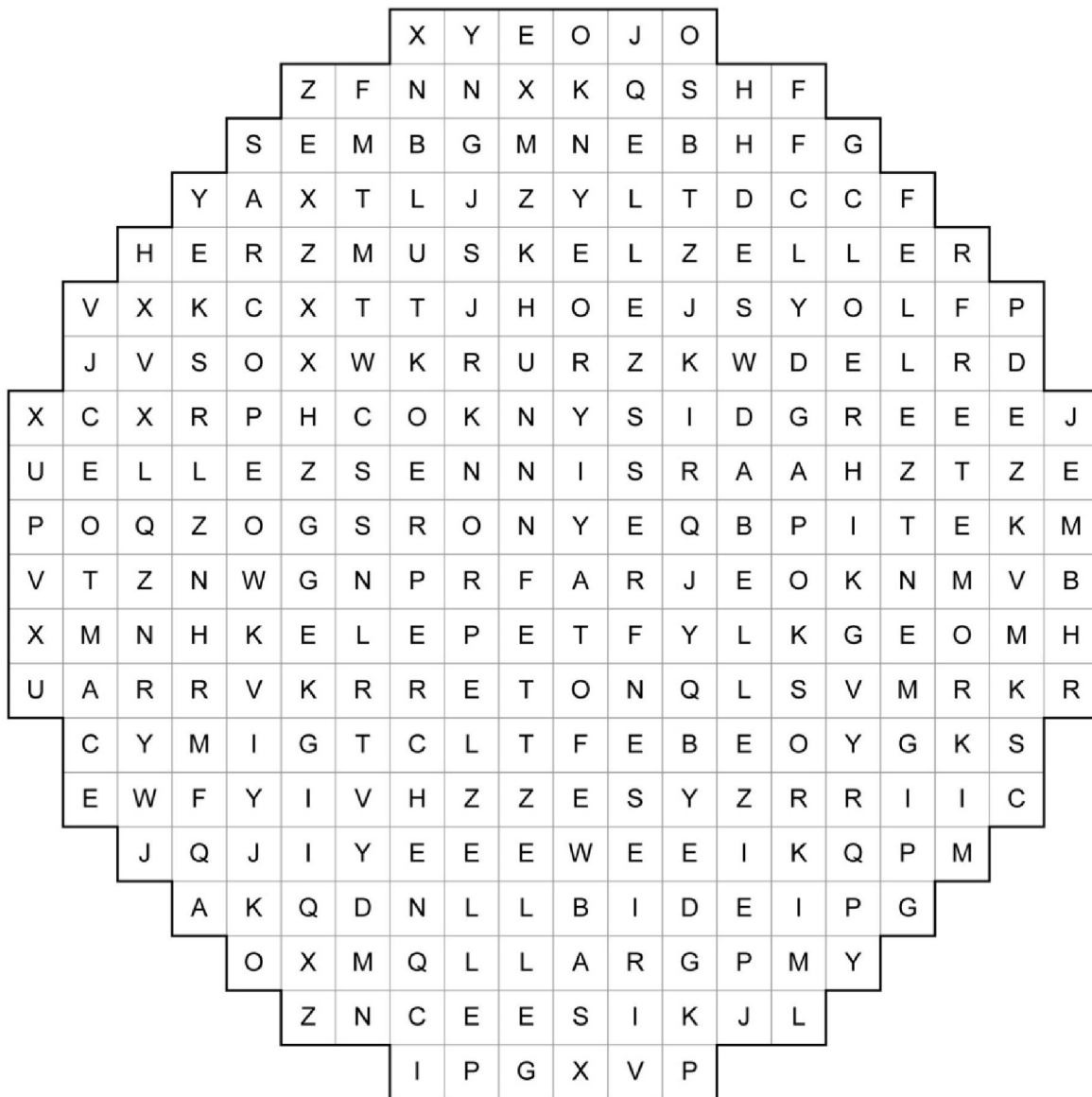
Rote/weiße Blutkörperchen: Blutzellen

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.

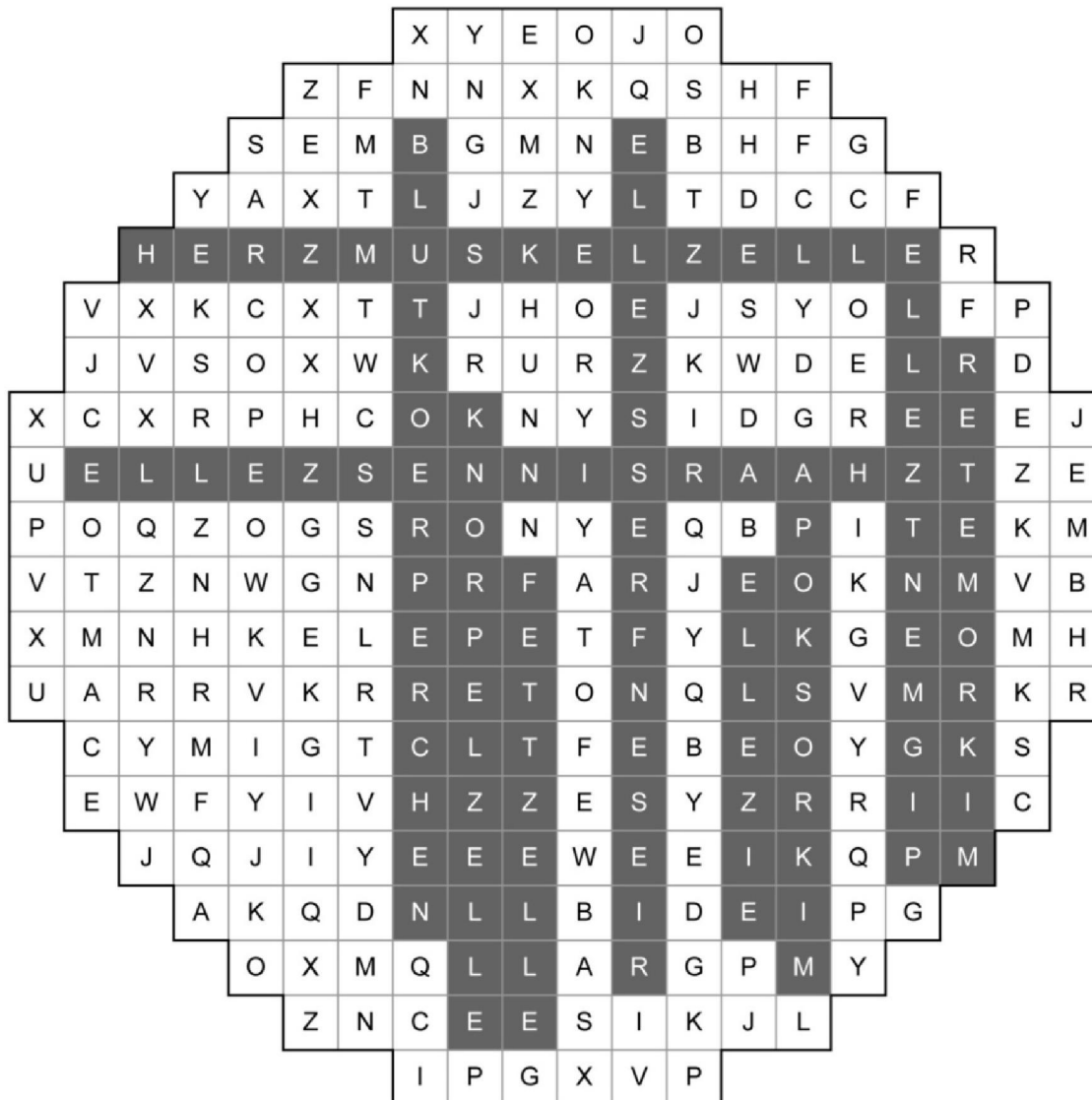


Aufgabe für Schnelle: Schreibe in die Tabelle die Namen der gefundenen Zellen auf und ergänze die Fachbegriffe.

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:

```

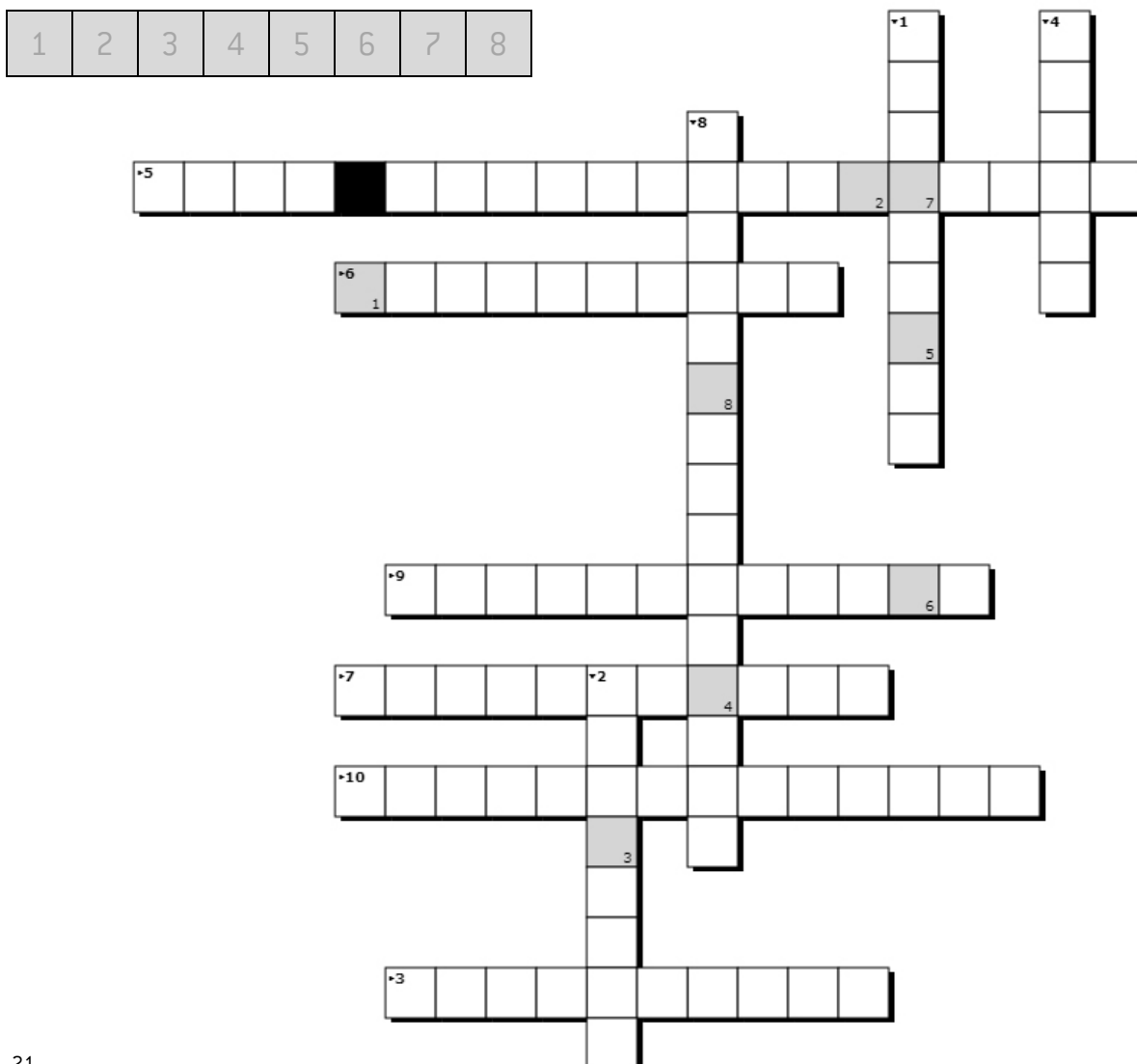
      G B X X Y V
    I M O R D I U K P M
  E G A H P O R K A M U C
 I R T E K X T W E G P P R A
 P Y M T L Y P F G K M A F K O K
R E R Y T H R O Z Y T K Q Y O W U N
L C K B P N K S L P R V Q C K I A U
T P K P L D D Y M Z O B A S B T R D F V
O Y W T Y Z O H P M Y L Z D W Y Y I E C
O R U H D W G F Y T R F N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

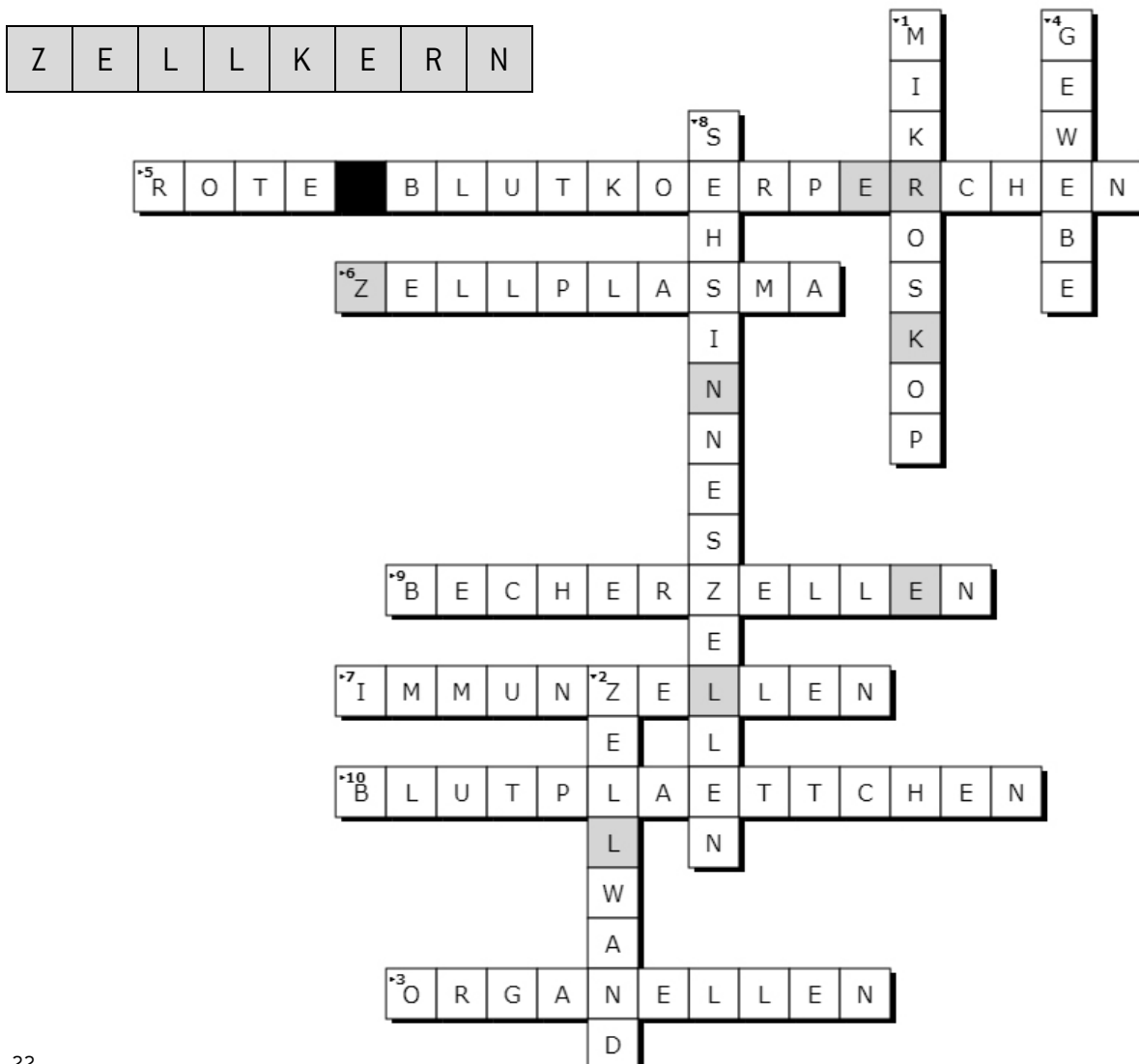


Kreuzworträtsel: Rund um die Zelle

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:



Kreuzwörter: Die Vielfalt menschlicher Zellen

Im folgenden Kreuzwörter 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	Chloridozyten
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.

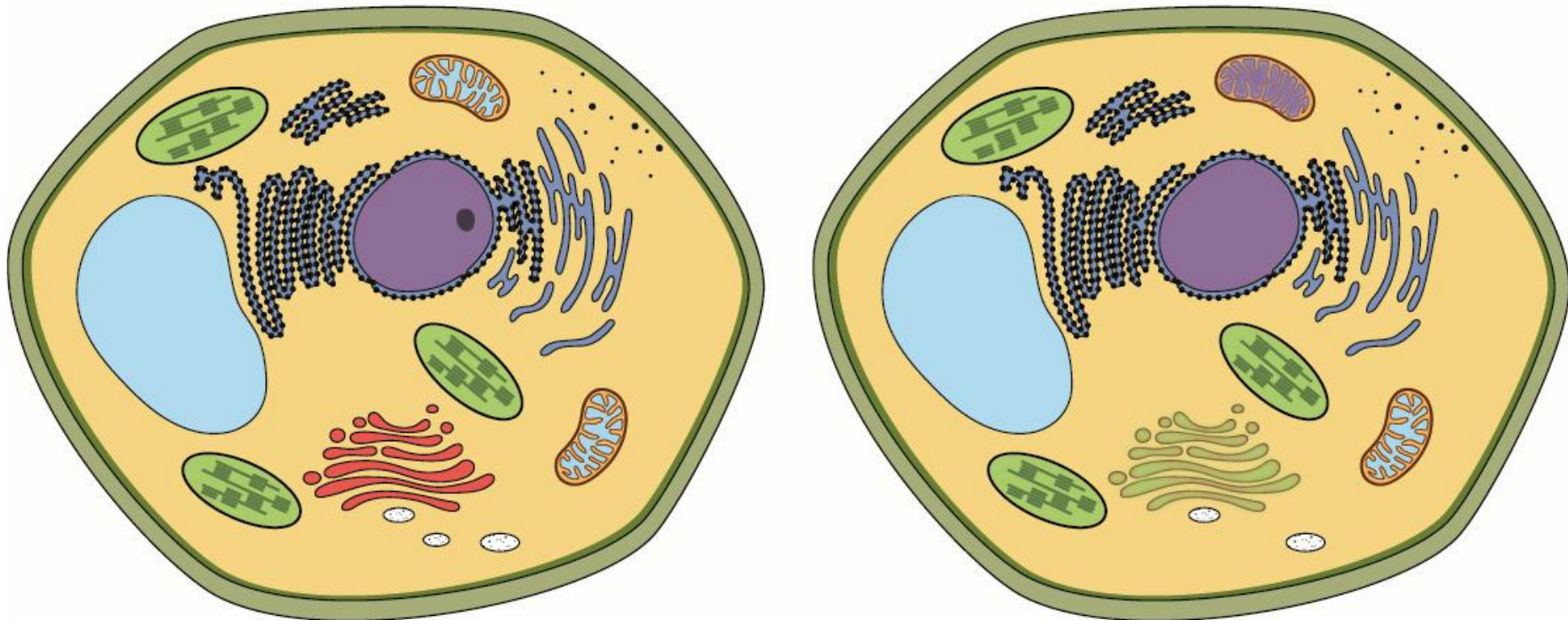
5. Bilderrätsel und Fehlersuchbilder

- ⇒ **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 6) 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.

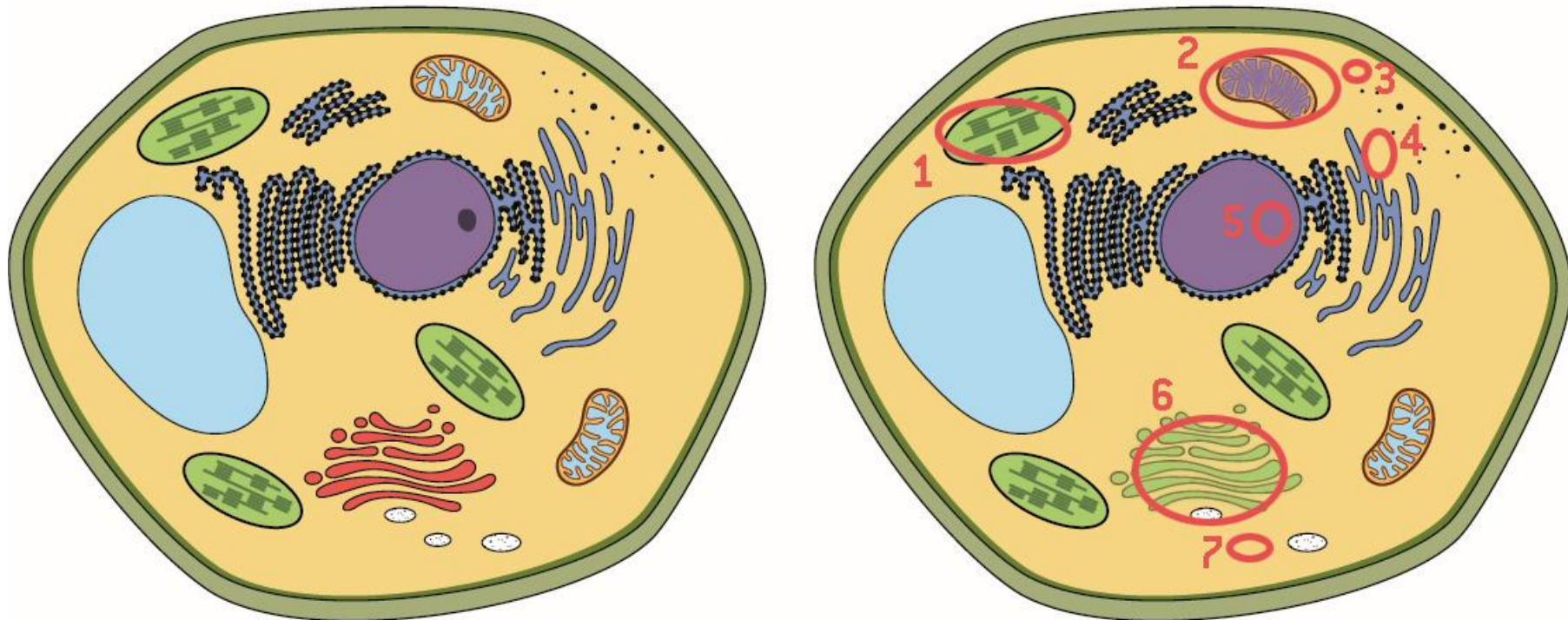
① _____ ② _____ ③ _____

④ _____ ⑤ _____ ⑥ _____

⑦ _____

Fehlersuchbild: Pflanzliche Zelle

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

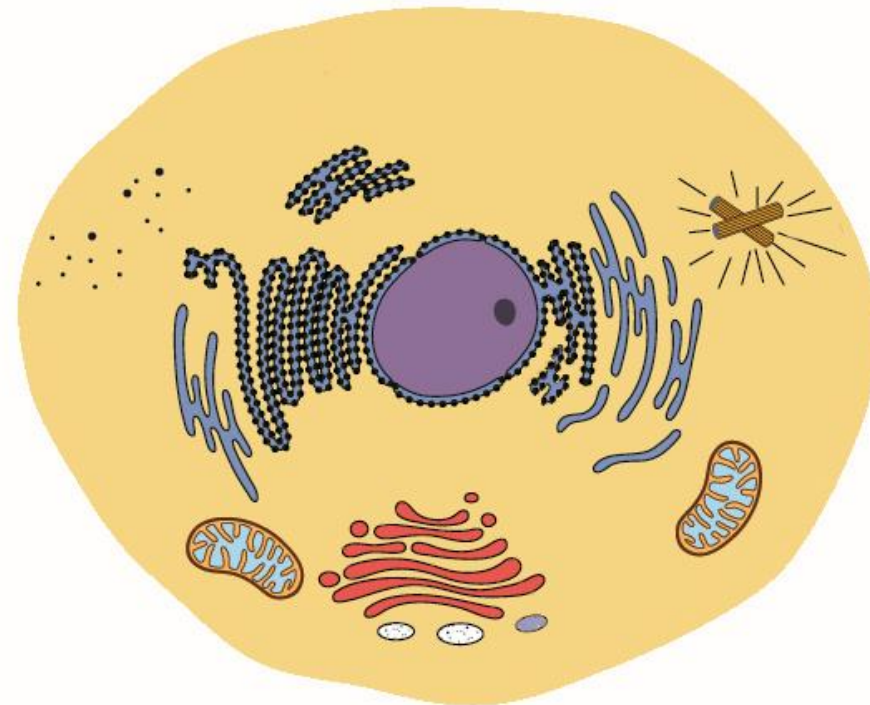
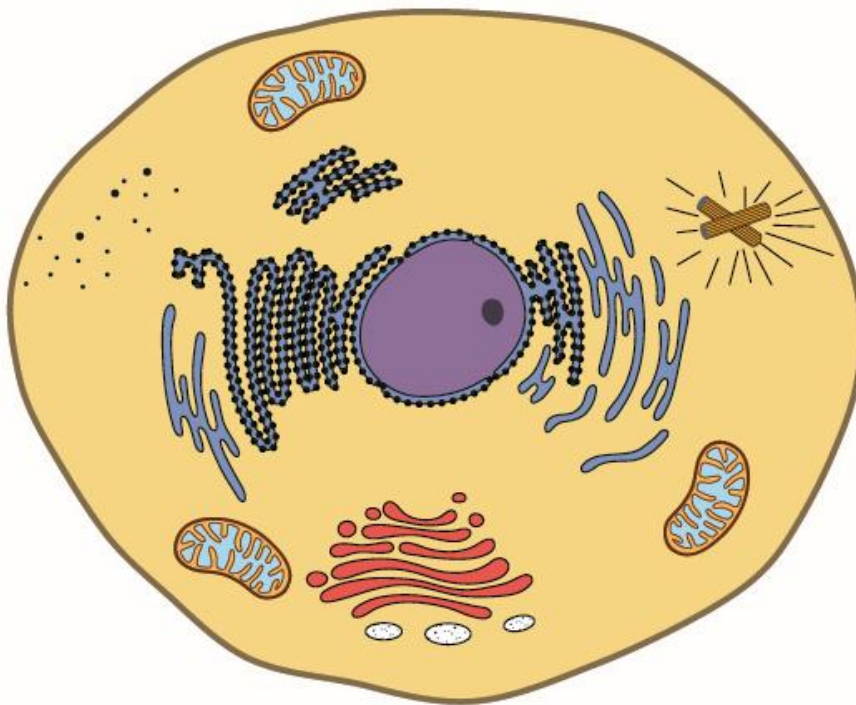


Welche Teile der Zelle wurden verändert? Nummeriere sie in der Abbildung und ergänze unten die jeweilige Bezeichnung.

- | | | |
|--|-------------------------------------|------------------------|
| 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.

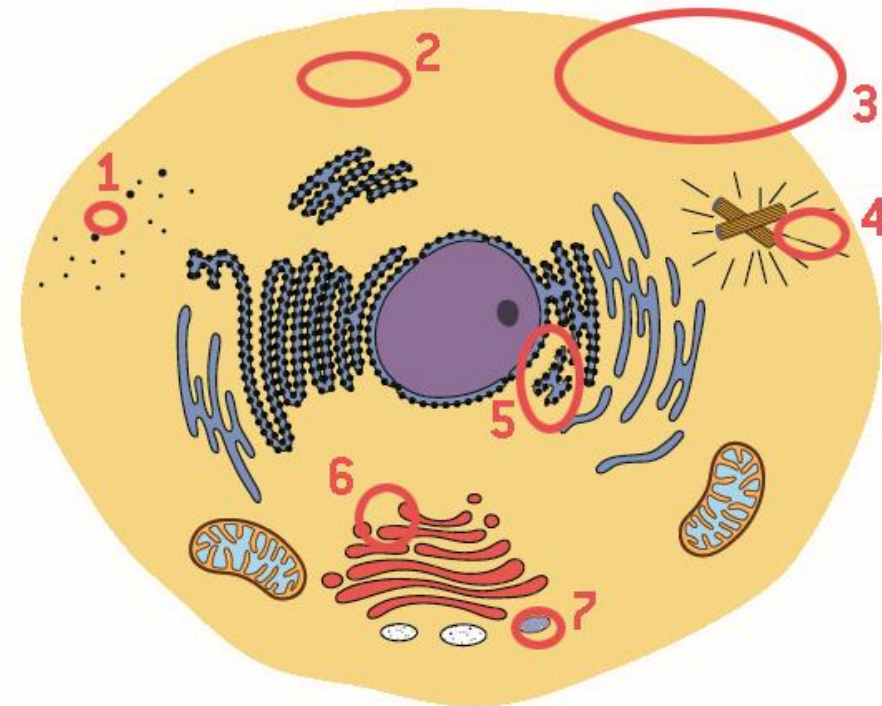
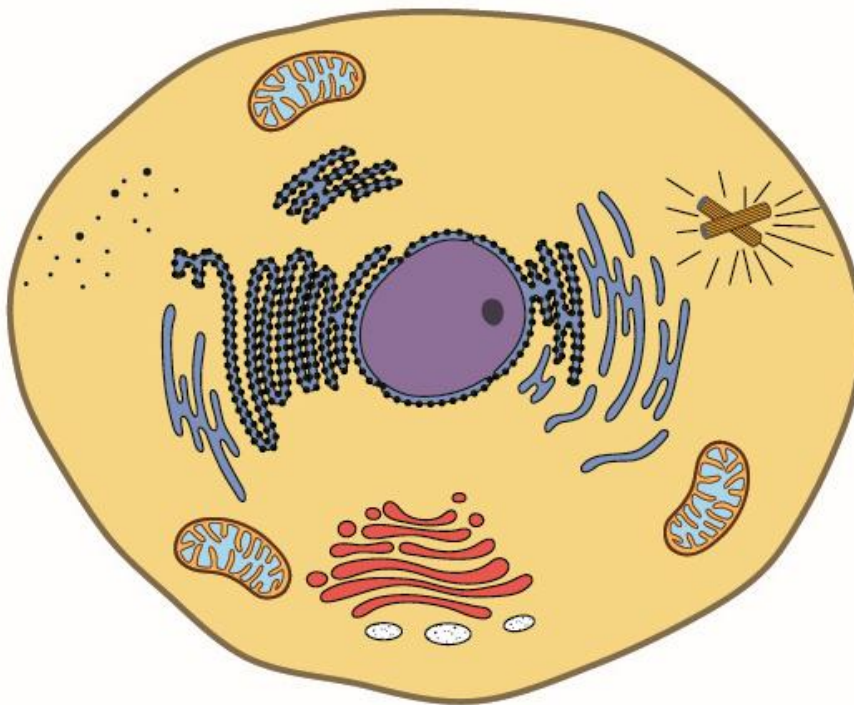
① _____ ② _____ ③ _____

④ _____ ⑤ _____ ⑥ _____

⑦ _____

Fehlersuchbild: Tierische Zelle

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

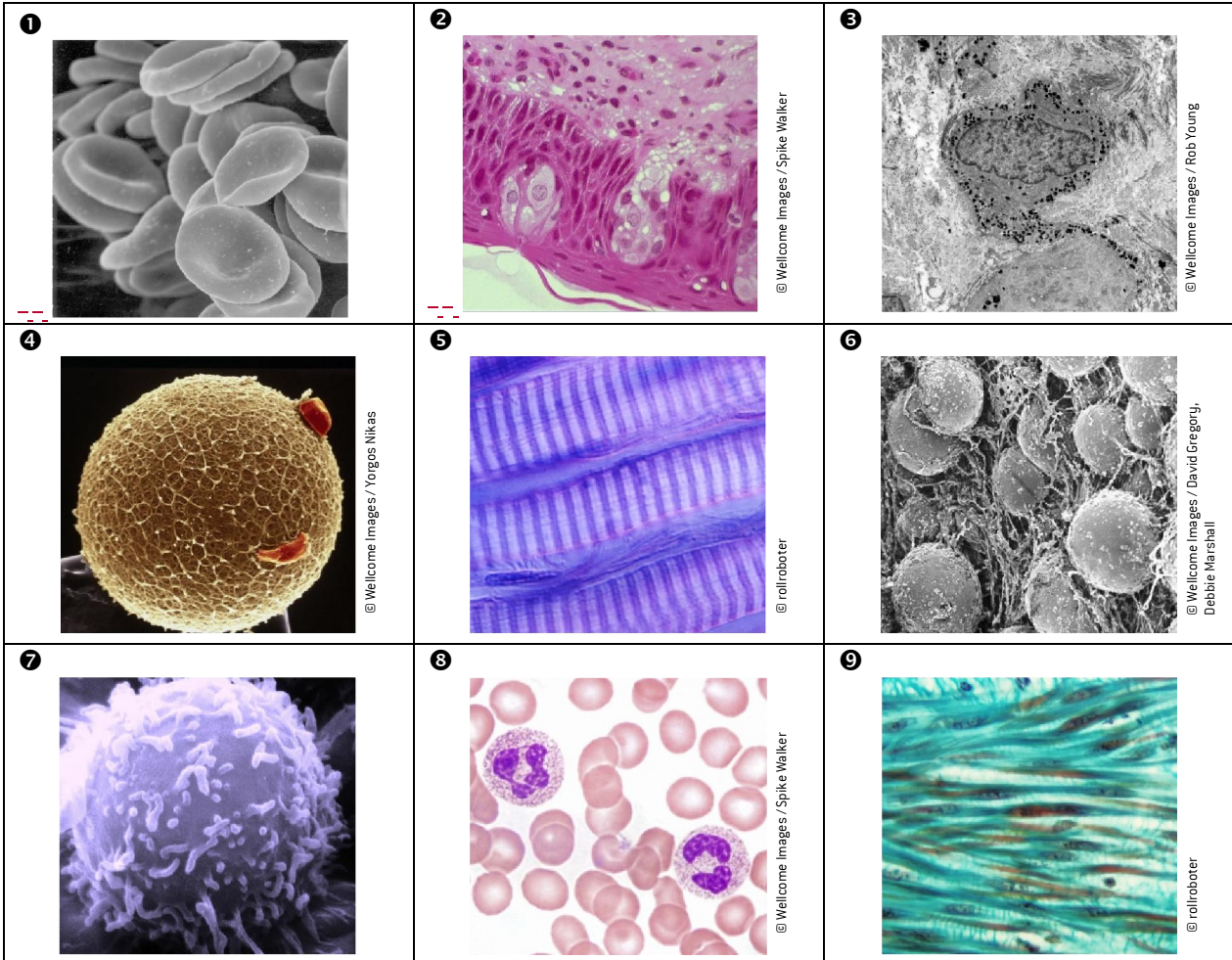


Welche Teile der Zelle wurden verändert? Nummeriere sie in der Abbildung und ergänze unten die jeweilige Bezeichnung.

- | | | |
|------------|------------------------|-----------------|
| ❶ Ribosom | ❷ Mitochondrium | ❸ Zellmembran |
| ❹ Zentriol | ❺ Glattes ER/Ribosomen | ❻ Golgi-Apparat |
| ❼ Lysosom | | |

Bilderrätsel: Menschliche Zelltypen

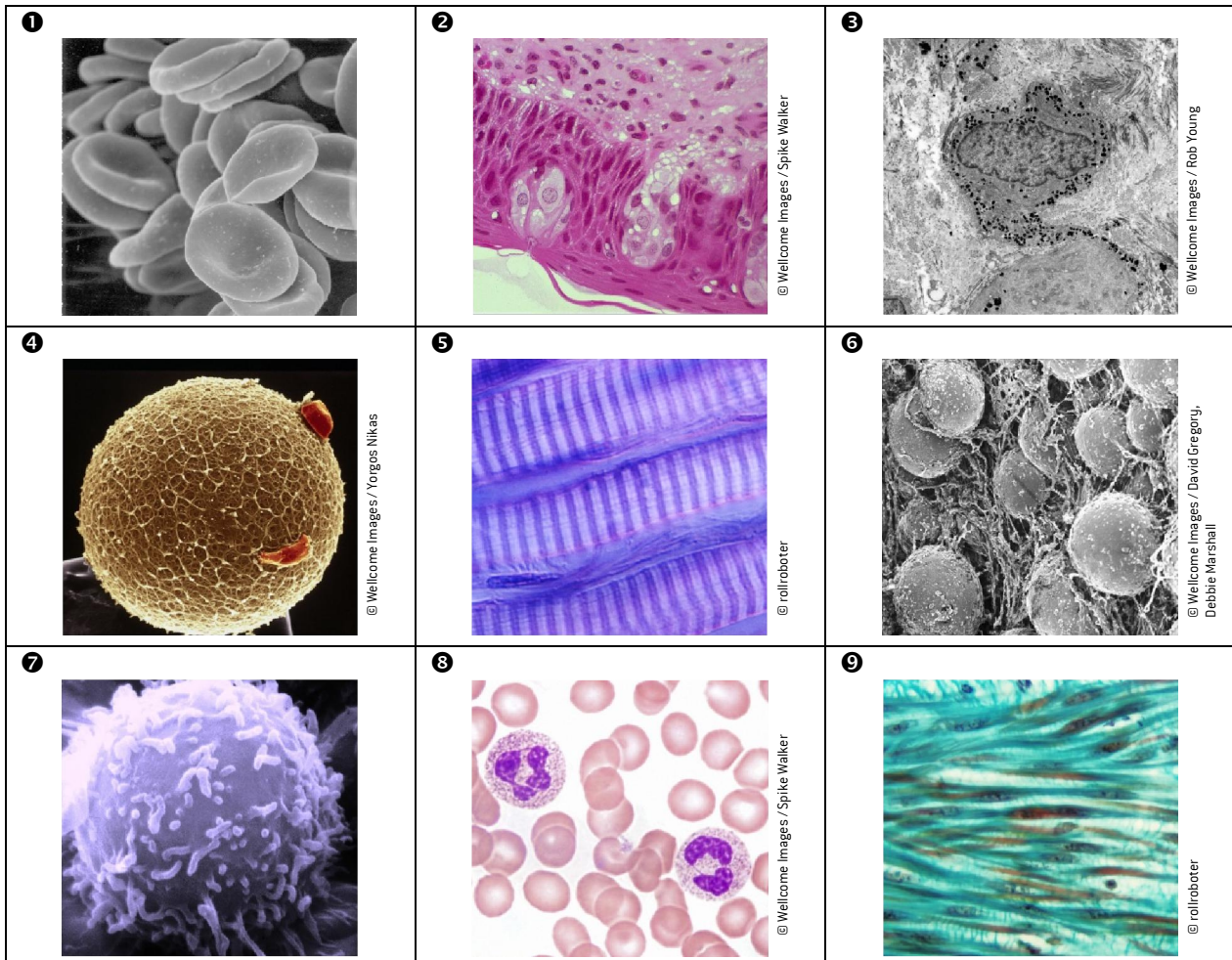
Diese Bilder wurden mittels Licht- oder Elektronenmikroskop aufgenommen. Doch welche Zellen sind hier abgebildet? Ergänze unten, wie die Zellen heißen und zu welcher Art von Zellen (z.B. Blutzellen, Epithelzellen) sie gehören.



- 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 |

6. 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:** Ausgedrucktes ↻ Arbeitsblatt A6 für jede Schülerin/jeden Schüler
- ⇒ **Vermittlungsziele:** Wissen über die Techniken der Mikroskopie auf Abbildungen anwenden
- ⇒ **Mögliche Anknüpfungspunkte:** Fächerübergreifend mit Physik und Technischem Werken

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.

Verwenden Sie das ↻ **Arbeitsblatt A6**, bei dem die SchülerInnen 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).


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 man den SchülerInnen durchaus vermitteln 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 **Vergrößerung** 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

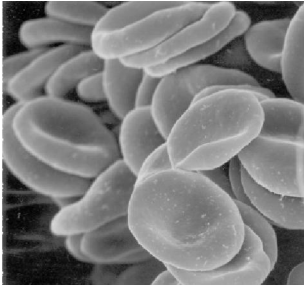
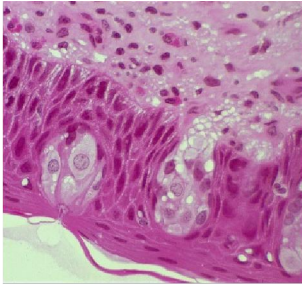
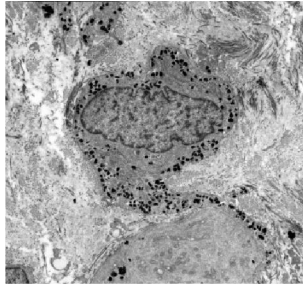

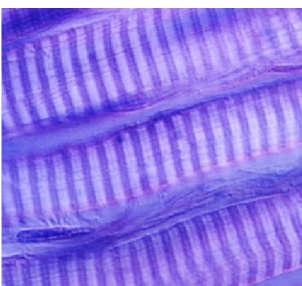
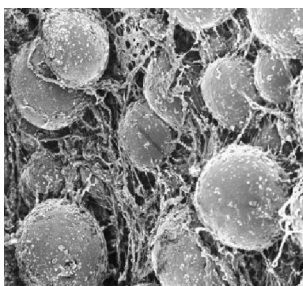

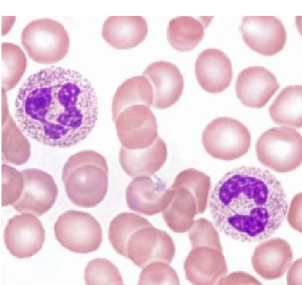
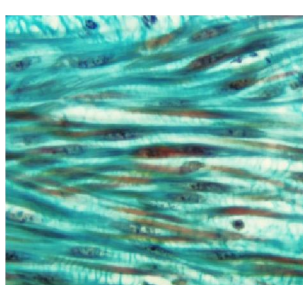
vielleicht vermuten würde, sondern eine Zelle mit vielen Zellkernen. Bei der Leberepithelzelle (Karte C2) sind sogar die einzelnen Zellorganellen zu sehen.

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 L6. 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				

II. Fächerübergreifende Aktivitäten für zu Hause: Zellen jenseits der Biologie

7. Stricken einer Nervenzelle (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

Nähnaedel, Sicherheitsnaedel

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

Rundenmarkierer (z.B. Wollrest)

Anleitung (☞ Arbeitsblatt A16)

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

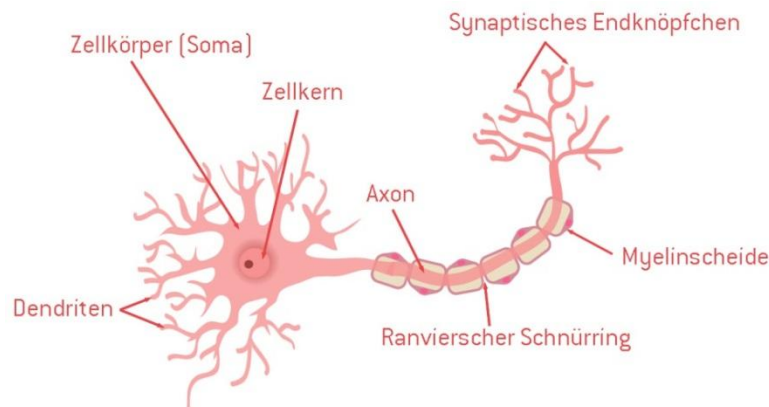
Im Kartenspiel *Zell-Trumpf* finden Sie keine Nervenzellen – warum also nicht eine stricken? Die folgende Anleitung stammt im Original von Gabrielle Theriault und ist kostenlos unter <https://www.ravelry.com/patterns/library/neuron> verfügbar. Englische Strickanleitungen sind an sich nicht schwer zu 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 Rundstricknaedel, 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** erarbeitet 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.

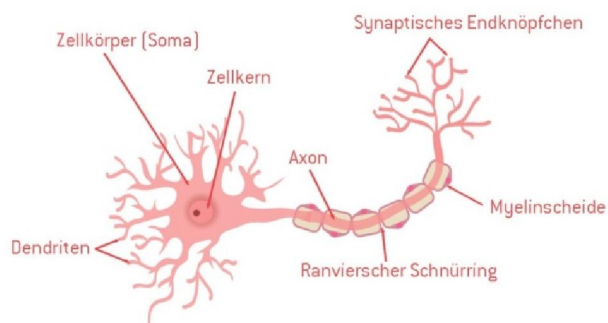
Am Zellkörper befinden sich die Dendriten (von griechisch „dendron“ = Baum), die vor allem der Reizaufnahme dienen. Die Weiterleitung der Signale erfolgt über den langen Fortsatz: das Axon. Die meisten Nervenzellen haben jeweils nur ein Axon, manche auch keines. Das Axon ist von anderen Zellen umhüllt², 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.

² 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 Nähnaedel 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.

8. Zeichnen von Zellen (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 2) nutzen.

III. 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 3). 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.

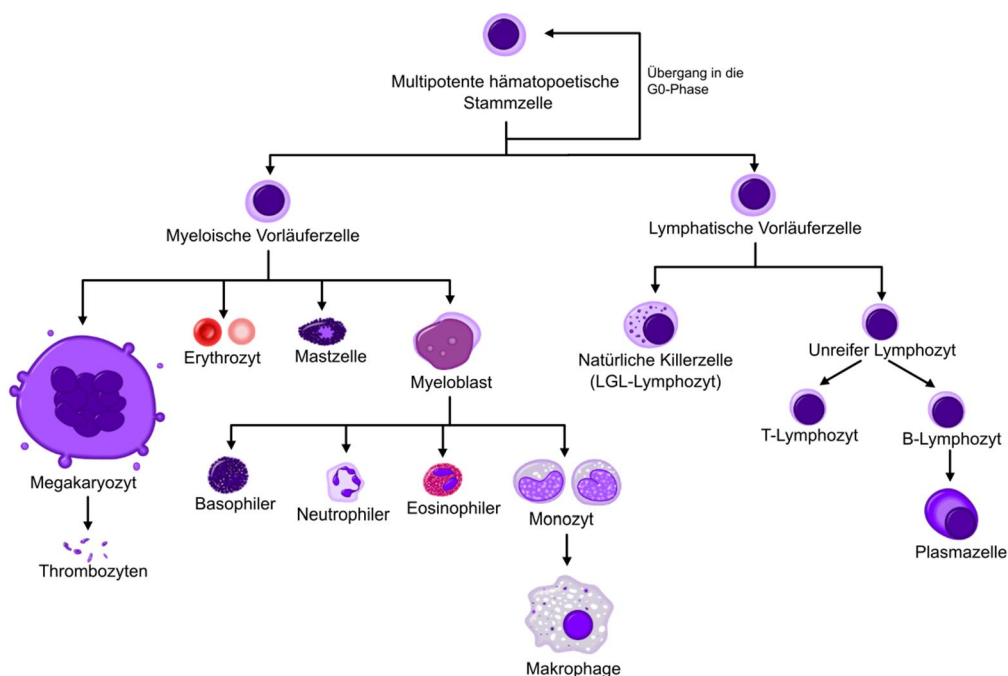
Wieso sind die Zellen in diese sieben Kategorien eingeteilt? Kann man Zellen auch anders einteilen?

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: Furfur - Diese Datei wurde von diesem Werk abgeleitet: HÖmatopoiesis 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 5), 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 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>