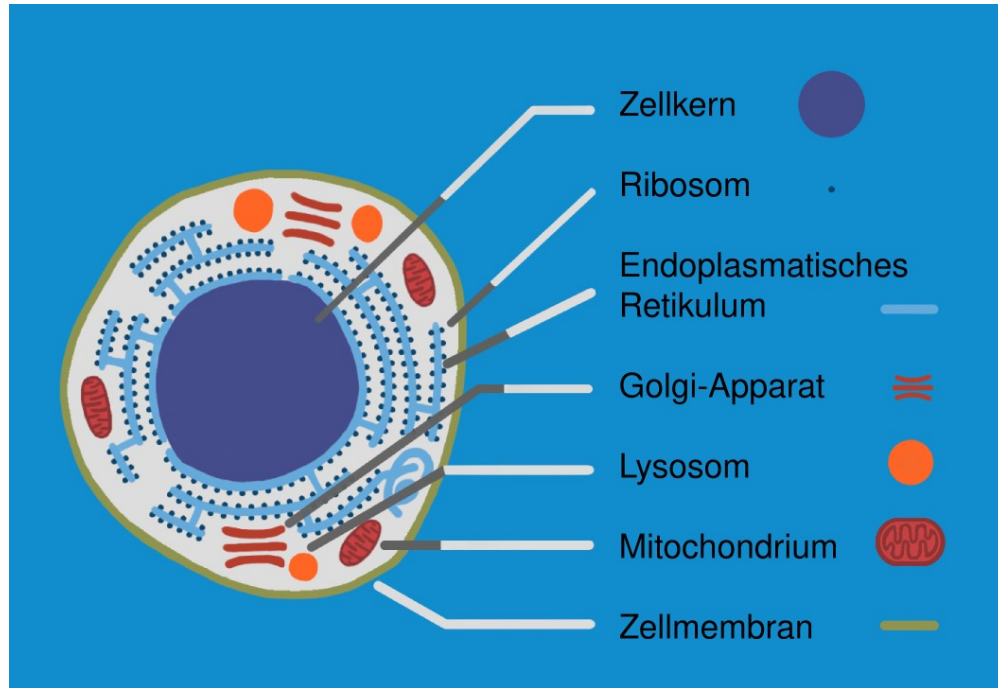
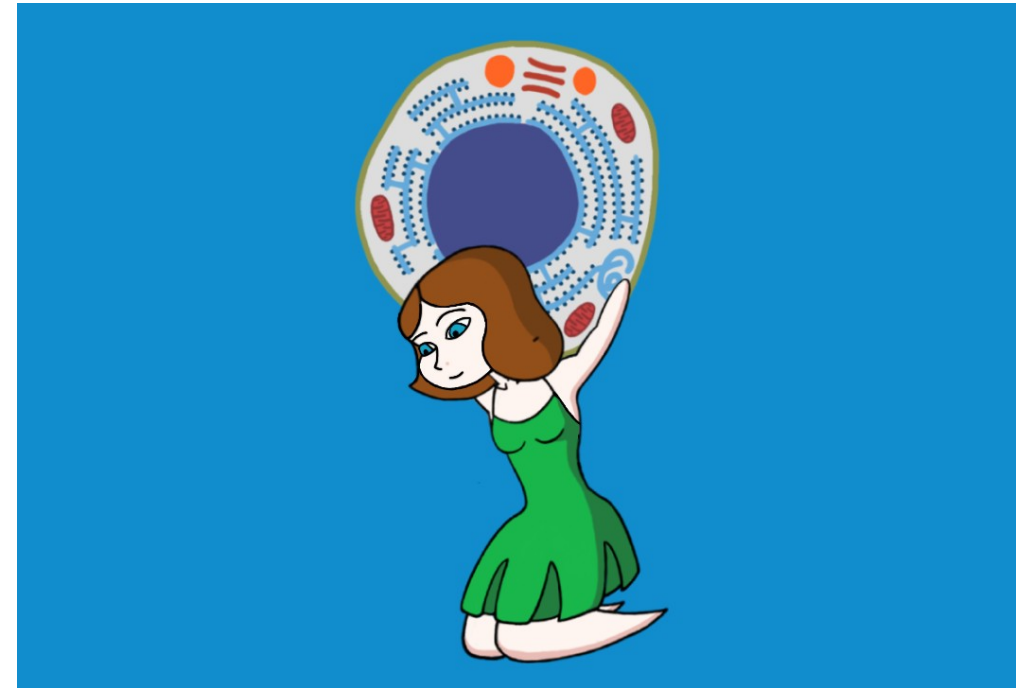


Fabrienne erklärt Zellbiologie



www.fabrienne.online
www.youtube.com/@FabryDiseaseExplained
www.instagram.com/fabrienne.online
32 Made by June May in July 2026. 312.

Fabrienne erklärt Zellbiologie



Wenn Zellen nicht richtig funktionieren
kann das sehr belastend sein

www.fabrienne.online
www.youtube.com/@FabryDiseaseExplained
www.instagram.com/fabrienne.online

Fabrienne erklärt Zellbiologie

Teil 1: Was ist eine Zelle?

Zellbiologie ist ein schweres Thema, also fangen wir mit Grundlegendem an: was ist eine Zelle?

Eine Zelle ist die kleinste Einheit des Lebens; die kleinsten Lebewesen bestehen in der Tat aus einer einzigen Zelle. Zellen haben also alles was es für das Leben braucht. Drei wichtige Funktionen:

1. Reproduktion. Zellen können Kopien von sich selbst machen.
2. Reparatur. Wenn ein Teil beschädigt wird können Zellen Ersatzteile anfertigen.
3. Energieproduktion. Viele Prozesse einer Zelle brauchen Energie, und Zellen können diese bereitstellen.

In mehrzelligen Organismen wie Menschen gibt es viele hochspezialisierte Zelltypen, und nicht alle Zellen verfügen über alle drei Funktionen.

Fabrienne erklärt Zellbiologie

Teil 8: Schlussbemerkungen

Jetzt haben wir einige Zellorganellen und deren Bedeutung für das Funktionieren einer Zelle besprochen. Natürlich könnte man über jedes Zellorganell ganze Bände schreiben (die gibt es tatsächlich), aber in dieser Reihe geht es vor allem darum, die Namen und einige der wichtigen Funktionen derjenigen Zellorganellen zu nennen, die in Diskussionen zu chronischen Erkrankungen häufig erwähnt werden. Also wissen Sie jetzt, dass Ribosomen Proteine produzieren, dass viele Proteine im endoplasmatischen Retikulum (ER) gefaltet werden und dass Lysosome mehr machen als nur Abfallverwertung. Ich habe auf jeden Fall sehr viel gelernt.

Fabienne erklärt Zellbiologie

Teil 8: Schlussbemerkungen

Das in der DNA gespeicherte Erbgut enthält die allermeisten Informationen, die für die verschiedenen Stoffwechselfunktionen, das Wachstum und die Vermehrung der Zelle erforderlich sind. Die isolierte DNA ist aber unzureichend, um eine neue Zelle zu erschaffen. Neue Zellen entstehen nur durch Teilung. Bevor eine Zelle sich teilt, wird eine vollständige Kopie der Kern-DNA angefertigt. Während der Aufteilung in zwei Tochterzellen erhalten beide so einen vollständigen Satz des Kernerbgutes. Da manche Organellen, wie die Mitochondrien, sich ausschließlich durch Teilung (die auch von der Zellteilung unabhängig erfolgen kann) vermehren, werden auch diese an die Tochterzellen weitergegeben. So stammen – nach unzähligen Zellteilungen – alle heute lebenden Zellen von den allerersten Einzellern ab.

Fabienne erklärt Zellbiologie

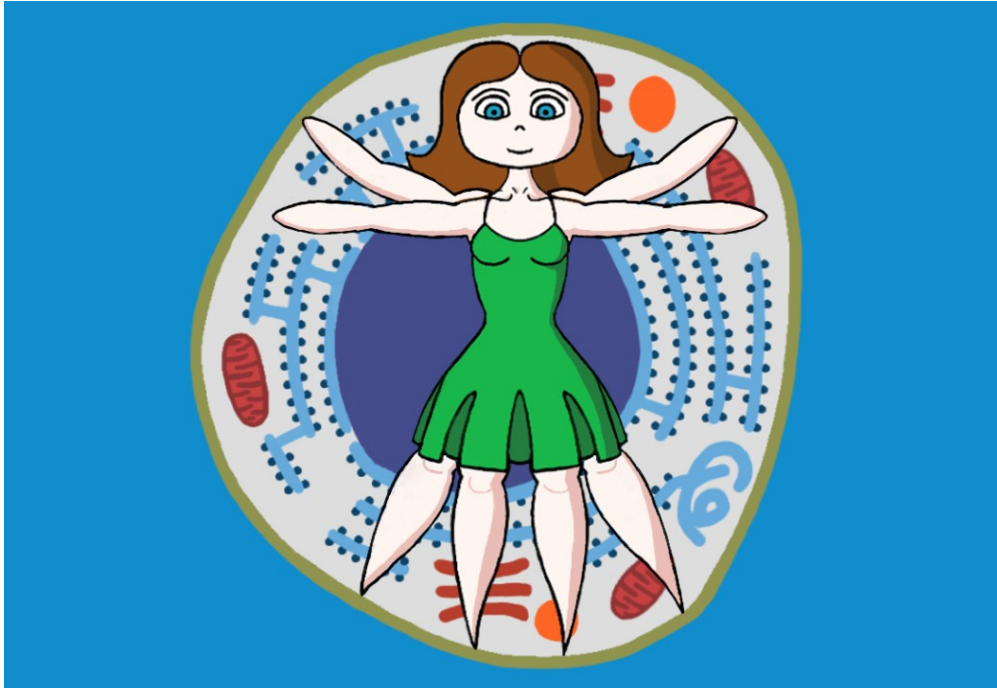
Teil 1: Was ist eine Zelle?

Wie machen Zellen all das? Im Grunde ist eine Zelle ein Wasserballon mit einem Chemiewerk dadrinnen. Für ihre verschiedenen Aufgaben haben Zellen eigene kleine Organe die Organellen genannt werden. Diese werde ich später mit ihren jeweiligen Funktionen vorstellen.

Der menschliche Körper besteht aus zig Billionen Zellen mit unterschiedlichsten Zelltypen. Die meisten Zellen sind so klein, dass sie nur unter dem Mikroskop sichtbar sind. Deswegen habe ich ein Bild einer weißen Blutzelle gemalt, das Sie auf der Rückseite dieser Broschüre finden.

Fabrienne erklärt Zellbiologie

Teil 2: Zellmembran und Cytosol



Das ist die Zellmembran, und das auch,
und das auch ...

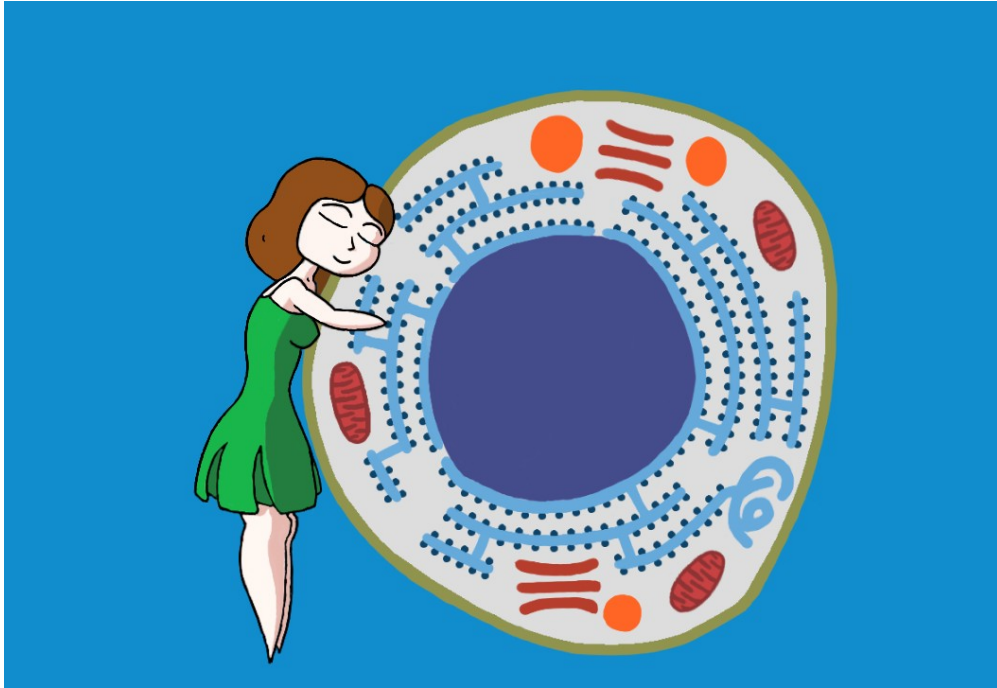
Fabrienne erklärt Zellbiologie

Teil 8: Schlussbemerkungen

Der Körper besteht nicht ausschließlich aus Zellen. Ein großer Teil des Körpers besteht aus extrazellulärer Matrix (EZM). Diese kommt vor allem im Bindegewebe vor. Beispiele für Bindegewebe sind Knochen, deren EZM mineralische Substanzen enthält, Blut, mit einer flüssigen EZM und Sehnen, deren EZM zu einem großem Teil aus Proteinen wie zum Beispiel Kollagen besteht. Alle EZM-Typen werden von Zellen gepflegt, und Probleme der EZM sind folglich Probleme der dazu gehörigen Zellen. Also, auch wenn Sie Probleme mit ihrem Kollagen haben, so besteht dieses Kollagen aus Proteinen die von Zellen produziert werden, und diese Zellen verursachen die Probleme. Deswegen ist ein Verständnis der Zellbiologie so wichtig.

Fabrienne erklärt Zellbiologie

Teil 8: Schlussbemerkungen



Auch wenn meine Zellen manchmal Unfug machen, könnte ich ohne sie nicht leben

Fabrienne erklärt Zellbiologie

Teil 2: Zellmembran und Cytosol

Im letzten Abschnitt verglich ich die Zelle mit einem Wasserballon. In der Zellbiologie nennt man die Ballonhaut Zellmembran und das Wasser Cytosol. Die Zellmembran besteht aus zwei Schichten aus fettähnlichen Substanzen (Lipiddoppelschicht). In die Membran sind auch Proteine eingelagert, die für die verschiedenen Funktionen wichtig sind. Die Funktion einer Zellmembran besteht nämlich nicht nur darin, das Innere innen und das Äußere außen zu halten, sondern auch:

1. Die richtigen Substanzen reinzulassen
2. Die richtigen Substanzen rauszulassen
3. Kommunikation mit anderen Zellen

Fabienne erklärt Zellbiologie

Teil 2: Zellmembran und Cytosol

Im menschlichen Körper sind viele Zellen hochgradig spezialisiert und deswegen sehr abhängig von anderen Zellen. Insulin, zum Beispiel, wird von vielen Körperzellen gebraucht, aber nur in der Bauchspeicheldrüse hergestellt. Deswegen müssen Zellen in der Lage sein, Nährstoffe und Signalmoleküle von anderen Zellen aufzunehmen und Zellabfall und eigene Signalmoleküle abzusondern.

Das Cytosol ist die Flüssigkeit, die die Zellorganellen umgibt. Cytosol plus Organellen nennt man Cytoplasma. Das Cytosol besteht aus mehr als nur Wasser; es enthält viele gelöste Substanzen, wie verschiedene Salze und Proteine. Aber wenn man hört, dass der menschliche Körper größtenteils aus Wasser besteht, ist das meiste davon Cytosol.

Fabienne erklärt Zellbiologie

Teil 7: Mitochondrien

Viele chemische Reaktionen der Zelle, die in den allermeisten Fällen durch Enzyme unterstützt werden, benötigen eine zusätzliche Energiezufuhr. Diese Energie wird meist durch Adenosintriphosphat (ATP) geliefert, die sogenannte Energiewährung der Zelle. Bei der Energieabgabe verliert ATP ein Phosphat und wird somit zu Adenosindiphosphat (ADP). Also ist ATP wie eine geladene, und ADP wie eine entladene Batterie. ADP kann wieder zu ATP geladen werden, indem Phosphat angehängt wird. Dieser Aufladeprozess findet zum allergrößten Teil in den Mitochondrien statt.

Neben der Energieproduktion besitzen Mitochondrien noch viele weitere Funktionen im Stoffwechsel der gesamten Zelle.

Fabienne erklärt Zellbiologie

Teil 7: Mitochondrien

Wie der Zellkern haben auch Mitochondrien zwei Membranen. Jedoch liegt die innere Membran nicht der äußeren an, sondern bildet mehrere Falten nach innen. Zwischen äußerer und innerer Membran liegt der Zwischenmembranraum. Die von der Innenmembran umschlossene Flüssigkeit bezeichnet man als Matrix.

Die Energieproduktion beginnt im Zytosol mit dem Abbau von Zucker oder Fett. Die Abbauprodukte reagieren in den Mitochondrien mit Sauerstoff. Die dabei entstehende Energie wird benutzt, um Protonen aus der Matrix in den Zwischenmembranraum zu pumpen. Auf dem Weg zurück durch die Innenmembran wird die Energie in Form von ATP gespeichert, das der gesamten Zelle zur Verfügung gestellt wird. Die Falten der Innenmembran vergrößern deren Oberfläche, um diesen Prozess zu unterstützen.

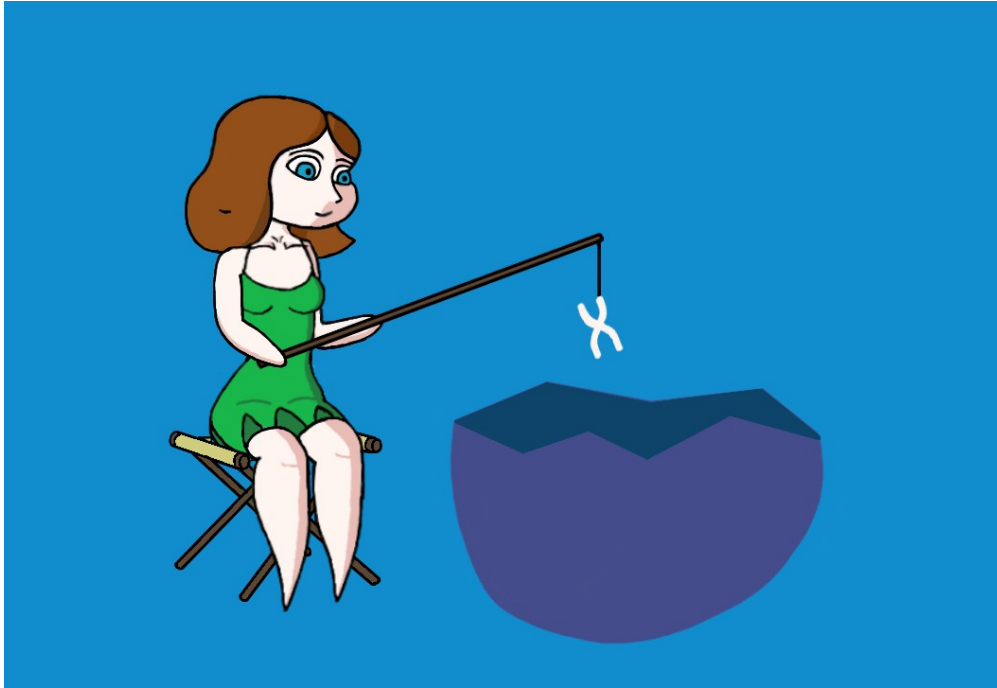
Fabienne erklärt Zellbiologie

Teil 2: Zellmembran und Cytosol

Organellen schwimmen nicht einfach im Cytosol, sondern werden von einem Cytoskelett aus Proteinsträngen an Ort und Stelle gehalten. Schon mal gefühlt, wie die Muskeln sich zusammenziehen? Das macht das Cytoskelett. Viel Zellchemie findet innerhalb der Organellen statt, aber im Cytosol passiert auch Einiges. Außerdem hat es eine wichtige Funktion für den Transport von Molekülen zwischen Organellen, Membran und Zellkern, dem nächsten Thema.

Fabrienne erklärt Zellbiologie

Teil 3: Zellkern und Ribosomen



Ich habe ein Chromosom gefangen

Fabrienne erklärt Zellbiologie

Teil 7: Mitochondrien

Das letzte Zellorganell, das wir besprechen werden, ist das Mitochondrium. Die Geschichte der Mitochondrien nahm seinen Anfang als ein Archaeon (Archaeen sind Bakterien-ähnliche Einzeller) ein Bakterium einfing, das ihm bei der Energieproduktion half. Als Nachfahren von Bakterien haben Mitochondrien eigene DNA. Mitochondriale DNA besteht, wie es für Bakterien typisch ist, aus einem einzelnen ringförmigen Chromosom, das in mehreren Kopien vorliegt. Die meisten mitochondrialen Proteine werden von der Kern-DNA kodiert, aber Mitochondrien machen einige (13 von ~1500) Proteine selbst. Dazu haben sie eigene Ribosomen, die aus Proteinen bestehen, die von der Kern-DNA kodiert werden. Im Gegenzug ist die Produktion der Kern-kodierten Proteine von Energie abhängig, die in Mitochondrien produziert wird.

Fabrienne erklärt Zellbiologie

Teil 7: Mitochondrien



Mir ist es nicht gelungen, ein Bakterium, das mir bei der Energieproduktion hilft, einzufangen

Fabrienne erklärt Zellbiologie

Teil 3: Zellkern und Ribosomen

In mancher Hinsicht ähnelt der Zellkern einer Zelle innerhalb der Zelle. Wie eine Zelle hat der Zellkern eine Membran. Aber im Gegensatz zur Zellmembran ist die Kernmembran eine Doppelmembran aus zwei Lipiddoppelschichten. So wie eine Zellmembran Membranproteine hat, hat die Kernmembran Kernporen für den Transport von Molekülen durch die Kernmembran. Wie eine Zelle ist auch der Zellkern mit einer Flüssigkeit gefüllt, dem Nukleosol, und ein Netzwerk aus Proteinfäden, den Laminen, bildet ein stützendes Gerüst. Der Zellkern enthält einige Kernkörperchen, die Organellen ähneln.

Fabrienne erklärt Zellbiologie

Teil 3: Zellkern und Ribosomen

Eines dieser Kernkörperchen heißt Nukleolus und spielt eine wichtige Rolle für die Produktion von Ribosomen. Dafür werden bestimmte Proteine aus dem Zytosol durch die Kernporen in den Zellkern transportiert und im Nukleolus zu den Ribosomen zusammengesetzt.

Anschließend werden die Ribosomen in zwei Teilen durch die Zellporen wieder in das Zytosol transportiert. Ribosomen spielen eine wichtige Rolle für die Proteinproduktion. Proteine bestehen aus 20 verschiedenen Aminosäuren, die zu unterschiedlich langen Ketten zusammengefügt werden. Die Reihenfolge der Aminosäuren bestimmt die Form des Proteins, und die Form bestimmt die Funktion. In jeder Zelle fügen zahllose Ribosomen ständig Aminosäuren zu Proteinen zusammen (die kernlosen roten Blutzellen sind eine Ausnahme).

Fabrienne erklärt Zellbiologie

Teil 6: Lysosom

Um so viele verschiedene Arten von Substanzen abbauen zu können, brauchen Lysosomen dutzende unterschiedliche Enzyme. Diese werden alle im endoplasmatischen Retikulum gefaltet und durch den Golgi-Apparat zum Lysosom transportiert. Und nicht nur Enzyme werden gebraucht; manche Enzyme brauchen Hilfsproteine wie Saposin.

Falls bestimmte Substanzen nicht abgebaut werden können, reichern sich diese in den Lysosomen an. Verantwortlich sind meistens Gendefekte, die die Enzyme betreffen, aber auch Defekte in Genen für Hilfsproteine können ähnliche Probleme verursachen. Da es dutzende lysosomale Enzyme gibt, gibt es auch dutzende solcher lysosomaler Speichererkrankungen, wie zum Beispiel Morbus Gaucher und Morbus Fabry.

Fabienne erklärt Zellbiologie

Teil 6: Lysosom

Lysosomen können viele unterschiedliche Arten von Substanzen abbauen. Das können Teile der eigenen Zelle sein, von einfachen Proteinen bis hin zu ganzen Organellen wie Mitochondrien (das nächste Thema). Die Aufnahme von Nährstoffen durch eine Zelle geschieht oft dadurch, dass aus der Zellmembran ein Transportbehälter (Vesikel) mit diesen Nährstoffen gebildet wird, welches dann mit einem Lysosom verschmilzt, um die Nährstoffe zu Substanzen zu verdauen, die die Zelle verwenden kann. Manche weiße Blutzellen können ganze Bakterien in eine Membran fassen (Phagosom), welches auch zur Verdauung mit einem Lysosom verschmilzt. Wenn extrazelluläres Material abgebaut werden muss, wie alte Knochensubstanz, können Lysosome mit der Zellmembran verschmelzen und ihren Inhalt nach außen ausschütten.

Fabienne erklärt Zellbiologie

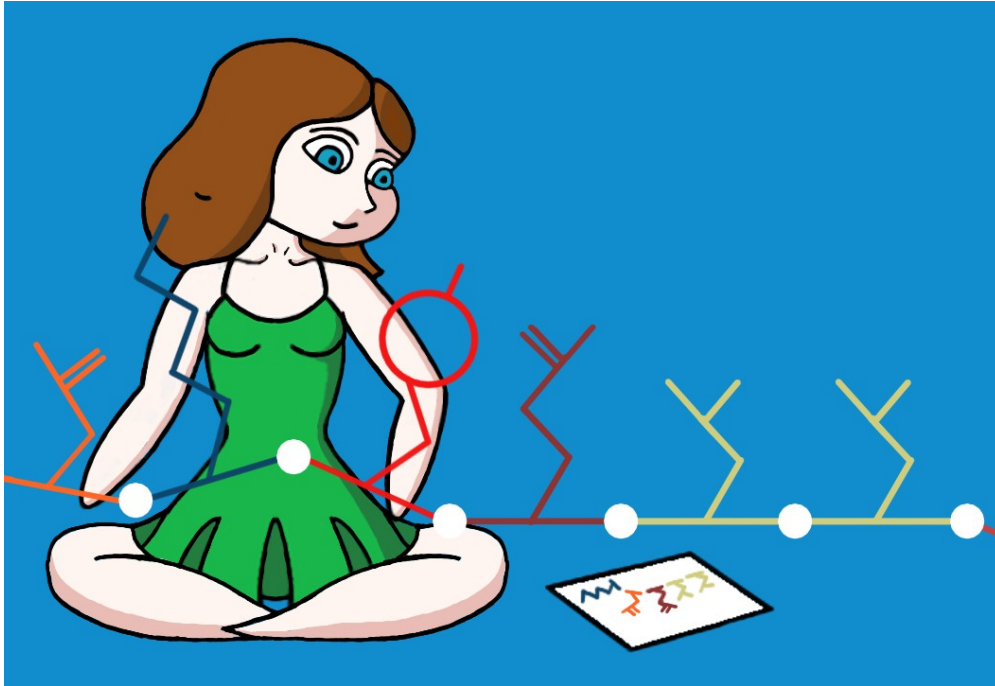
Teil 3: Zellkern und Ribosomen

Wie kennen Ribosomen die richtige Reihenfolge der Aminosäuren? Dafür gibt es das Erbgut, die DNA (auf Deutsch auch DNS). Für jedes Protein enthält die DNA eine lange Auflistung, aus der die richtige Reihenfolge der Aminosäuren für das jeweilige Protein hervorgeht (es sei denn, man hat eine genetische Mutation, so wie ich).

Im Nukleus werden nicht nur Ribosomen zusammengebaut sondern auch die DNA aufbewahrt. DNA ist aufgeteilt in 46 Chromosomen (beim Menschen, mit seltenen Ausnahmen). Es ist sehr interessant wie DNA aufbewahrt und ausgelesen und in Proteinen übersetzt wird, aber auch sehr schwierig. Deswegen heben wir uns das für eine andere Reihe zum Thema Genetik auf.

Fabienne erklärt Zellbiologie

Teil 4: Endoplasmatisches Retikulum



Proteinfaltung ist schwer -
vor allem mit einer Mutation

Fabienne erklärt Zellbiologie

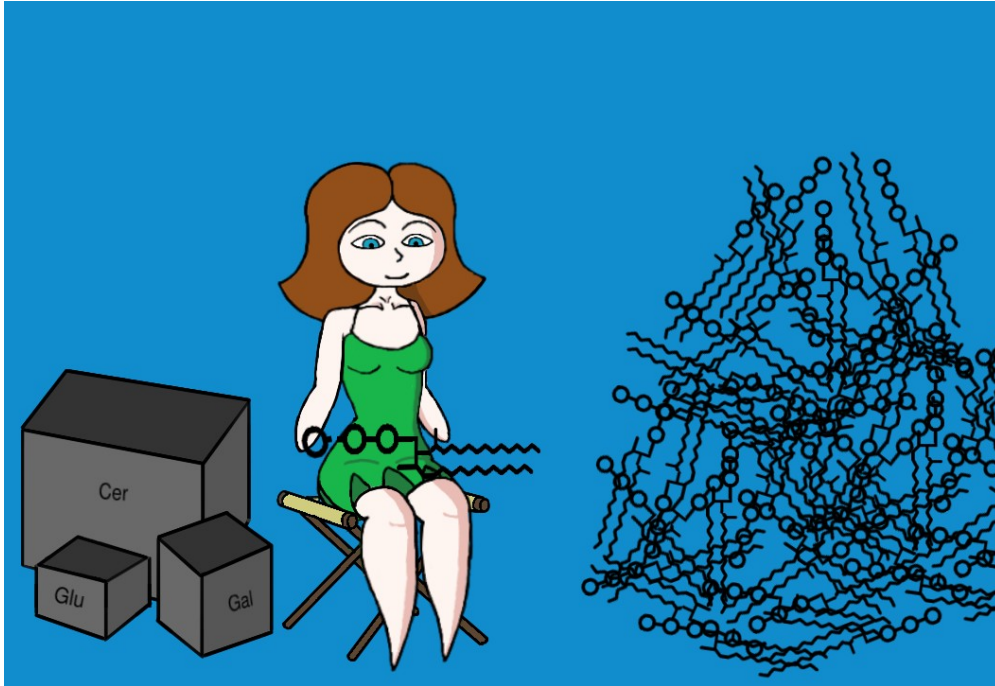
Teil 6: Lysosom

Bislang habe ich schon zweimal Lysosomen genannt; jetzt werde ich erklären, was das sind. Das ist aber nicht ganz einfach, da Lysosomen nicht einfach Zellorganelle sind, sondern eine Gruppe nah verwandter aber geringfügig unterschiedlicher Zellorganelle. Alle haben sie die Funktion: Der Abbau von Zellbestandteilen.

Der Abbau von Zellbestandteilen ist mehr als nur Recycling. Zellen passen sich ständig an neue Umstände an, und damit ändern sich auch ihre Bedürfnisse. Zum Beispiel brauchen Muskelzellen unterschiedliche Proteine während einer Anstrengung als im Ruhezustand. Neue Proteine brauchen neue Aminosäuren, und die werden zum Teil aus nicht mehr gebrauchten Proteinen bereitgestellt. So ermöglichen Lysosomen eine Umverteilung von Ressourcen je nach aktuellen Bedürfnissen einer Zelle.

Fabrienne erklärt Zellbiologie

Teil 6: Lysosom



Alles, was ich nicht zu zerlegen schaffe,
wird lysosomal gespeichert

Fabrienne erklärt Zellbiologie

Teil 4: Endoplasmatisches Retikulum

Im letzten Abschnitt erklärte ich wie Ribosomen Aminosäuren zu langen Ketten zusammenfügen in einer von der DNA vorgegebenen Reihenfolge. Kurze Ketten aus einigen Dutzend Aminosäuren heißen Peptide; Proteine können aus Hunderten oder sogar Tausenden Aminosäuren bestehen. Proteine und Peptide erfüllen vielen Funktionen wie Transport von Molekülen, Kommunikation innerhalb und zwischen Zellen, mechanische Stabilisierung und das Einleiten von chemischen Reaktionen. Letztere Proteine heißen Enzyme.

Eine bestimmte Gruppe Proteine nimmt eine besondere Route durch die Zelle. Das sind Proteine, die entweder für die Lysosomen, für die Zellmembran oder für Bereiche außerhalb der Zelle bestimmt sind. Der erste Schritt dieser Route führt zum endoplasmatischen Retikulum.

Fabienne erklärt Zellbiologie

Teil 4: Endoplasmatisches Retikulum

Das endoplasmatische Retikulum (kurz: ER) ist ein großes, einem Labyrinth ähnelndes Zellorganell, das am Zellkern anliegt. Ein großer Teil der Oberfläche ist mit Ribosomen besetzt, die Proteine noch während der Produktion in das ER hineinleiten. Diese Ribosomen geben diesem Teil des ER den Namen „raues ER“, während der andere Teil „glattes ER“ heißt. Sobald Proteine in das ER gelangen, falten sie sich in eine Form, die ihnen die Ausübung ihrer Funktion erlaubt. Mutationen wie meine stören diesen Prozess, und der daraus folgende ER-Stress ist ein wichtiges Thema meiner Videos.

Obwohl nicht alle Proteine im ER gefaltet werden, und das ER noch weitere Funktionen hat, ist die Proteinfaltung eine der wichtigen Aufgaben des ER.

Fabienne erklärt Zellbiologie

Teil 5: Golgi-Apparat

Nicht alle Substanzen durchlaufen den ganzen Weg vom *cis*-Golgi durch die medialen Kompartimente bis zum *trans*-Golgi. Ceramid, eine der fettähnlichen Substanzen, die im glatten endoplasmatischen Retikulum produziert werden, kann direkt zum *trans*-Golgi transportiert werden, wo es dann zu Sphingomyelin wird. Wenn Ceramid andere Routen durch den Golgi-Apparat folgt, entstehen andere komplexe Sphingolipide.

Der Golgi-Apparat spielt auch eine Rolle bei der Entstehung von Lysosomen. Proteine mit Zuckerketten, die reich an Mannose-6-phosphat sind, sammeln sich im *trans*-Golgi und werden in Transportbehältnisse, die man Vesikel nennt, verpackt. Und was dann mit diesen Proteinen passiert, ist unser nächstes Thema.

Fabienne erklärt Zellbiologie

Teil 5: Golgi-Apparat

Ein Beispiel für eine solche Modifikation ist die *N*-Glykosylierung. Das *N* steht in diesem Fall für die Aminosäure Asparagin, und das Wort Glykosylierung hat denselben Ursprung wie das Wort Glukose; es bedeutet das Hinzufügen von Zuckern, jedoch nicht unbedingt nur Glukose. Dieser Prozess fängt im endoplasmatischen Retikulum an mit dem Anhängen einiger weniger Zuckermoleküle, und im Golgi-Apparat wird daraus eine sich verzweigende Kette mit vielen Zuckern, wie ein Bäumchen. Durch diese Zuckerketten können Proteine durch den Golgi-Apparat zu verschiedenen Zielorten dirigiert werden.

Fabienne erklärt Zellbiologie

Teil 4: Endoplasmatisches Retikulum

Im glatten endoplasmatischen Retikulum werden Fettsubstanzen wie Cholesterin und Ceramid produziert. Ceramid ist das einfachste Sphingolipid, eine von mehreren Gruppen fettähnlicher Substanzen die Teil der Zellmembran sind. Sowohl die Enzyme, die diese fettähnlichen Substanzen produzieren, als auch die Chaperones, die die Faltung von Proteinen unterstützen, sind Proteine.

Nach der Fertigstellung werden Proteine zum Golgi-Apparat transportiert, wo sie weiter modifiziert werden. Der Golgi-Apparat ist auch für die Verarbeitung von Ceramid zu komplexen Sphingolipiden verantwortlich. Und dieser Golgi-Apparat wird unser nächstes Thema sein.

Fabienne erklärt Zellbiologie

Teil 5: Golgi-Apparat



Dieses Protein ist fertig gefaltet,
aber es braucht noch ein Zuckerbäumchen

Fabienne erklärt Zellbiologie

Teil 5: Golgi-Apparat

Proteine, die im endoplasmatischen Retikulum gefaltet wurden, sind nicht fertig. Und viele der fettähnlichen Substanzen, die im glatten endoplasmatischen Retikulum produziert werden, brauchen auch weitere Modifikationen. Viele dieser Modifikationen werden im endoplasmatischen Retikulum eingeleitet und im Golgi-Apparat vollendet.

Der Golgi-Apparat ist ein Zellorganell, das aus mehreren (beim Menschen meist vier bis acht) scheibenförmigen Strukturen besteht, die durch ein Proteingerüst mit einander verbunden sind. Die erste heißt *cis*-Golgi, die letzte *trans*-Golgi, und dazwischen liegen die medialen Golgi-Kompartimente. Durch diese Strukturierung können die unterschiedlichen Modifikationen in der richtigen Reihenfolge vollzogen werden.