# Einführungsphase – Aufbau der Zelle

**Bezug zum Kernlehrplan**

**KKE** Die Schülerinnen und Schüler vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8).

**ÜKE** Die Schülerinnen und Schüler

|  |  |
| --- | --- |
| S 3 | erläutern elementare zellbiologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen |
| S 6 | stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen dar |
| E 9 | finden in Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und  ziehen Schlussfolgerungen |
| K 7 | beschreiben die Unterschiede zwischen ultimaten und proximaten Erklärungen |
| K 8 | beschreiben die Unterschiede zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen |

**Leitfrage**

Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen?

**Didaktisch-methodische Anmerkungen***Kontext:* Vielfalt der Organisationsformen von Lebewesen

*zentrale Unterrichtssituationen:*

* Erläuterung der unterschiedlichen Organisationsformen innerhalb der *Chlamydomonadales* (Grünalgen-Reihe) und Ableitung der Eigenschaften von Vielzellern (Arbeitsteilung, Kommunikation, Fortpflanzung) anhand von *Volvox*
* Diskussion der Vorteile verschiedener Organisationsformen bei Berücksichtigung der Unterschiede zwischen proximaten und ultimaten Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen

**Sachinformationen für Lehrkräfte**

Die *funktionale* Erklärung basiert auf der Funktion und gibt zum Beispiel Struktur-Funktions-Zusammenhänge bei Angepasstheiten an.

Die *kausale* Erklärung basiert auf der Ursache und gibt Ursache-Wirkungsbeziehungen an. Eine *proximate* Erklärung basiert auf den inneren Ursachen des Organismus und beantwortet die Frage, wie etwas zustande kommt. Sie ist eine aktuell-kausale Erklärung, die auf den „Nah-Ursachen“ beruht. Eine *ultimate* Erklärung basiert auf der Phylogenese und beantwortet die Frage, wie etwas zustande gekommen ist. Sie ist eine historisch-kausale Erklärung, die auf den „Fern-Ursachen“ beruht. Hier muss die Vermeidung finaler Begründungen beachtet werden.

Bei der Ordnung der Chlamydomonadales kommen einzellige Vertreter wie zum Beispiel *Chlamydomonas reinhardtii* vor, es gibt Zellkolonien mit unterschiedlichen Zellzahlen, und mit Vertretern der Gattung *Volvox*, etwa *Volvox globator*, auch echte Vielzeller. Daher können diese Vertreter der Grünalgen im Unterricht als Kontext gewählt werden, um unterschiedliche Organisationsformen ähnlicher Organismen zu thematisieren. *Chlamydomonas reinhardtii* ist ein fotoautotropher Einzeller mit einem topfförmigen Chloroplasten, einem Augenfleck und zwei gleichlangen Geißeln. Die einzellige Alge kann sowohl vegetative Vermehrung als auch sexuelle Vermehrung betreiben. *Volvox globator* ist eine mehrzellige Grünalge, die wie eine gallertgefüllte Hohlkugel aufgebaut ist. Die *Chlamydomonas*-ähnlichen Einzelzellen sind über Plasmabrücken miteinander verbunden und tauschen Stoffe untereinander aus. Die Geißeln der einzelnen Zellen schlagen synchron und koordiniert, sodass eine gerichtete Fortbewegung der Hohlkugel möglich ist. Es gibt somatische und generative Zellen, die sich in ihrer Zellgröße und ihrer Funktion unterscheiden. Bei *Volvox* sind ebenfalls vegetative Vermehrung und sexuelle Vermehrung möglich. Die Tochterkugeln entstehen im Inneren der Mutterkugel, welche bei Freisetzung der Tochterkugeln abstirbt.

In der folgenden Tabelle sind verschiedene Erklärungsansätze zu den Vorteilen der jeweiligen Organisationsform von *Chlamydomonas* und *Volvox* zusammengefasst. Die Lerngruppe könnte ausgehend von den Erklärungsansätzen in den Feldern der Tabelle begründen, um welchen Typ von Erklärungsansatz es sich handelt und die dazu passende Frage formulieren. Auf dieser Basis können dann die Unterschiede zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie proximaten und ultimaten Erklärungen beschrieben werden.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Erklärungsansatz*  passende Frage | *Chlamydomonas* | *Volvox* |
| *funktional*  Welche sind die funktionalen Strukturen, die die Vorteile der Organisationsform bedingen? | Bei der einzelligen Organisationsform *Chlamydomonas* werden alle Stoffwechselfunktionen durch die Strukturen der Einzelzelle ausgeführt. Durch Augenfleck und Geißelbewegungen wird eine Ausnutzung des Sonnenlichts und Vermeidung von Schädigung durch Überbelichtung ermöglicht. *Chlamydomonas* vermehrt sich durch Zweiteilung. | Bei der vielzelligen Organisationsform *Volvox* sind größere Zellen spezialisiert auf Vermehrung und kleinere Zellen spezialisiert auf Fotosynthese. Durch Plasmabrücken können zwischen den einzelnen Zellen Stoffe ausgetauscht werden, sodass Nährstoffe von den vegetativen Zellen zu den generativen Zellen transportiert werden. Synchrone Geißelschläge ermöglichen gezielt Bewegungen zum Licht oder bei zu hoher Strahlung vom Licht weg. Bei der Vermehrung liegen die Tochterkugeln in der Mutterkugel und werden durch Aufplatzen der Mutterkugel freigesetzt. |
| *kausal*  Welche Ursachen liegen den Vorteilen dieser Organisationsform allgemein zugrunde? | Einzellige Algen wie *Chlamydomonas* vermehren sich durch Zweiteilung und sind daher grundsätzlich unbegrenzt zu Teilungen befähigt. Die Einzelzellen sind fotoautotroph und reagieren aufgrund der Fototaxis auf Belichtung, sodass die Fotosyntheseleistung hoch ist ohne Schädigung durch zu hohe Strahlungsintensitäten. | Die Arbeitsteilung erhöht die Effizienz des vielzelligen Organismus, allerdings entsteht auch Aufwand für Koordination und Kooperation. Bei *Volvox* entsteht eine Leiche, da die Reste der Mutterkugel nach dem Freisetzen der Tochterkugeln absterben. Die kleinen vegetativen Zellen sterben dann ab, während die großen generativen Zellen sich bei der Vermehrung weiter teilen. |
|  |  |  |
| *Erklärungsansatz*  passende Frage | *Chlamydomonas* | *Volvox* |
| *proximat*  Welche inneren Ursachen liegen vor?  Wie kommt es dazu? | Bei schnell wechselnden Umweltbedingungen hat die einzellige Organisationsform von *Chlamydomonas* bei guter Versorgung mit Licht und Mineralsalzen den Vorteil, dass eine schnelle Vermehrung durch einfache Zellteilung erfolgen kann. | In stabiler Umgebung ist *Volvox* aufgrund von Koordination und Arbeitsteilung zwischen den Zellen der Hohlkugel im Vorteil und erhält daher mehr Ressourcen wie Strahlung und Mineralsalze. |
| *ultimat*  Welche stammesgeschichtlichen Ursachen liegen vor?  Wie ist es dazu gekommen? | Während der Stammesgeschichte hatten einzellige Formen wie *Chlamydomonas* unter bestimmten Bedingungen Selektionsvorteile und konnten sich dann erfolgreicher vermehren. Aufgrund der hohen Vermehrungsrate werden mögliche vorteilhafte genetische Veränderungen schnell ausgeprägt. | Die mehrzellige Organisationsform bei *Volvox* hat durch Spezialisierung der Zellen, die vorliegende Koordination und die Arbeitsteilung in einer stabileren Umgebung Selektionsvorteile. Auch wenn die längere Generationsdauer und die Entstehung einer Leiche nach der Vermehrung nachteilig sind, haben in der Stammesgeschichte die Umweltbedingungen zur Entwicklung vielzelliger *Volvox* geführt. |

Hinweise für die Lehrkraft

Die Erklärungsansätze aus den einzelnen Tabellenfeldern könnten auf einzelne Karten kopiert werden. Zunächst werden nur die Paare funktional/kausal gegenübergestellt, eingeordnet und passende Fragen formuliert. Anschließend verwendet man die Paare proximat/ultimat für kausale Erklärungen und geht entsprechend vor.

Mögliche Aufgabenstellungen könnten sein:

1. Ordnen Sie die vorliegenden Erklärungsansätze begründend in die Kategorien funktional oder kausal ein und formulieren Sie die jeweils zugrunde liegende Fragestellung. Beschreiben Sie die Unterschiede zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen.
2. Ordnen Sie die vorliegenden Erklärungsansätze begründend in die Kategorien proximat oder ultimat ein und formulieren Sie die jeweils zugrunde liegende Fragestellung. Beschreiben Sie die Unterschiede zwischen proximaten und ultimaten Erklärungen.