# 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:*

* fakultativ: Differenzierung der Begriffe Einzeller / Bakterien und Darstellung der Vielfalt der Bakterien hinsichtlich der Angepasstheiten ihres Stoffwechsels an unterschiedliche Lebensräume
* 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.

Die Angepasstheiten der großen Vielfalt der Bakterien an ihr jeweiliges Habitat ermöglicht für die Lerngruppe einen neuen Blickwinkel auf diese Prokaryoten, deren Vertreter fast alle Lebensräume der Erde besiedeln. Häufig werden Bakterien nur im Zusammenhang mit bakteriell verursachten Infektionskrankheiten wahrgenommen. Ein Vergleich des thermophilen Bakteriums *Thermus aquaticus* als Vertreter einer spezialisierten einzelligen Organisationsform mit dem Menschen als komplexer vielzelliger Organisationsform soll hier eingesetzt werden, um K 7 und K 8 innerhalb der Kommunikationskompetenzen in der EF zu erarbeiten.

*Thermus aquaticus* ist ein wärmeliebendes gramnegatives Bakterium, dessen Lebensraum heiße Quellen und Geysire wie etwa im Yellowstone-Nationalpark sind. Es hat einen aeroben Stoffwechsel, Aminosäuren, Zucker und organische Säuren werden aus der Umgebung aufgenommen (chemoorganotrophe Ernährung). Es besitzt hitzeresistente Enzyme wie Taq-Polymerase (DNA-Polymerase) mit einem Temperaturoptimum bei etwa 70 °C. Die Bakterien vermehren sich durch Zweiteilung.

In der folgenden Tabelle sind verschiedene Erklärungsansätze zu den Vorteilen der jeweiligen Organisationsform von Bakterien (hier *Thermus aquaticus*) und Mensch zusammengefasst. Die Lerngruppe könnte – ausgehend von den Erklärungsansätzen in den einzelnen 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 durch die Schülerinnen und Schüler beschrieben werden.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Erklärungsansatz*  passende Frage | *Thermus aquaticus* | Mensch |
| *funktional*  Welche sind die funktionalen Strukturen, die die Vorteile der Organisationsform bedingen? | Alle zellulären Bestandteile des Bakteriums *Thermus aquaticus* sind durch ihre Struktur widerstandsfähig gegenüber hohen Temperaturen. Unter anderen Bedingungen kann sich *Thermus aquaticus* nicht gut vermehren. | Die verschieden differenzierten Zelltypen beim Menschen sind spezialisiert auf ihre unterschiedlichen Funktionen. Die Leistung des gesamten Organismus wird durch verschiedene Organe, Gewebe und deren differenzierte Zellen ermöglicht. |
| *kausal*  Welche Ursachen liegen den Vorteilen dieser Organisationsform allgemein zugrunde? | Beim einzelligen Bakterium laufen alle Stoffwechselprozesse in einer Zelle ab. Spezialisierungen des Bakteriums in Form von Angepasstheiten des Stoffwechsels etwa an das Leben in heißen Quellen wirken sich direkt aus. | Die Arbeitsteilung erhöht die Effizienz des vielzelligen Organismus, allerdings entsteht auch Aufwand für Koordination und Kooperation der Gewebe und Organe. Durch Anpassungen des Körper-Stoffwechsels können verschiedene Bedingungen in gewissen Maßen toleriert werden. |
|  |  |  |
|  |  |  |
| *Erklärungsansatz*  passende Frage | *Thermus aquaticus* | Mensch |
| *proximat*  Welche inneren Ursachen liegen vor?  Wie kommt es dazu? | Aufgrund der höheren Temperaturoptima seiner Stoffwechselaktivität kann *Thermus aquaticus* in Geysiren leben und sich dort bei ausreichender Nahrung schnell durch Teilung vermehren. | Aufgrund seiner Anpassungsfähigkeit kann der Mensch in vielen Lebensräumen überleben, indem die Umgebung seinen Bedürfnissen durch ihn selbst angepasst wird. |
| *ultimat*  Welche stammesgeschichtlichen Ursachen liegen vor?  Wie ist es dazu gekommen? | Während der Stammesgeschichte hatten *Thermus aquaticus* mit hitzetoleranterem Stoffwechsel in Geysiren Selektionsvorteile und konnten sich dort erfolgreicher vermehren als die weniger hitzetoleranten Konkurrenten. Aufgrund der hohen Vermehrungsrate werden genetische Veränderungen schnell ausgeprägt. | Während der Stammesgeschichte hatten Menschenformen Selektionsvorteile, die in kooperierenden Gemeinschaften lebten und durch Kommunikation und planerische Gestaltung ihre Umwelt gemeinsam so gestalteten, dass sie überleben konnten. Aufgrund der langen Generationsdauer werden genetische Veränderungen langsam ausgeprägt. |

Hinweise für die Lehrkraft

Nach einem Einstieg zur Lebensweise von *Thermus aquaticus* etwa durch Fotografien der Geysire aus dem Yellowstone-Park erfolgt eine Überleitung zur Vielfalt der bakteriellen Habitate und die Problematisierung hinsichtlich der Frage, welche Vorteile und welche Nachteile etwa Bakterium und Mensch in ihrem Lebensraum ausgehend von ihrer Organisationsform haben.

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.