

Höck # 2: Evolution von Pilzen - Vielfalt der Pilze – Wie kam es dazu? **(erläuternder Text zu den Folien der Präsentation)**

Folie 2: Das erste Leben ist vor 4.5 Milliarden Jahren entstanden, man nimmt an, dass in untermeerischen Thermalquellen der Ozeankruste einfache chemische Verbindungen eingeschlossen wurden und sich daraus LUCA entwickelte. LUCA ist der Name für den ältesten gemeinsamen Vorfahren von Leben («last **u**niversal **c**ommon **a**ncestor»), LUCA ist eine Art minimale, sehr einfache Zelle, welche die Erbsubstanz DNA als Genom, Stoffe die als Katalysatoren wirkten und andere Stoffe wie Nährstoffe enthielt. LUCA hatte einen einfachen Stoffwechsel (Metabolismus), gewann Energie aus Nährstoffen und produzierte auch Abfall. (Der Link Fundamentals in Biology gibt eine gute Zusammenfassung)

Folie 3: Ein weiterer wichtiger Schritt in der Entwicklung war den Stoffwechselraum mit einer Hülle abzuschliessen. Bestimmte Moleküle, die einen Kopf (rot) haben, der sich zum Wasser ausrichtet und zwei «Schwänze» (grün), die Wasser abstossen lagern sich aneinander, so dass eine Doppelmembran entsteht. Diese Moleküle sind immer in Bewegung (tanzende Teile), so dass manchmal Lücken entstehen durch die ein Stoffaustausch geschehen kann. In der weiteren Entwicklung wurde diese erste Hülle dann mit einer Zellwand (bei Pilzen aus Chitin, bei Pflanzen aus Zellulose) verstärkt.

Folie 4: Die ersten selbstständigen, etwas komplexeren Lebewesen waren Bakterien und Archaeobakterien (blualgenähnliche Bakterien): sie hatten die Erbinformation (DNA) frei in der Zelle verteilt, z.T. in kleinen Stücken, die durch die Membran nach aussen dringen konnte und in andere Bakterien transferiert wurde. Die Hüllmembran war eingefaltet und konnte Blasen abschnüren, die Stoffe transportieren konnten, alles in allem ein einfaches System zur Nährstoffverwertung und Energiegewinnung. Vergleichen lässt sich dieses System mit einer sehr einfachen Fabrik, wo die Baupläne und Stoffproduktion dezentral gemacht wurde.

Folie 5: Der nächste wichtige Schritt war der, dass die Erbinformation in einem Steuerzentrum, dem Kern konzentriert wurde. Die Produktionsstellen für Stoffe wurden perfektioniert und ein Transportsystem von Stoffen durch die Zelle hindurch etabliert. Ebenso wurde der Transport von Stoffen durch die Membran hindurch verbessert. Einzeller, die einen Kern hatten, wurden so effizienter. Die Gruppe der Prokaryoten (eben diese allerersten einfachen Bakterien) entwickelte sich zur Gruppe der Eukaryota (Einzellern mit Kern). Diese Einzeller mit Kern waren sehr effiziente Lebewesen, einige von ihnen hatten eine Geissel als Motor zur Fortbewegung, andere, z.B. die Amöbe konnten durch Fliessen sich fortbewegen und Beute umfliessen.

Folie 6: So haben grössere Eukaryoten kleinere «eingeschlossen» und in ihre Zelle integriert. Diesen Vorgang nennt man Endosymbiose. Man denkt, dass so die Kraftwerke der Zelle entstanden (Einschluss eines Einzellers und Nutzung von dessen Fähigkeiten mit Sauerstoff Energie zu produzieren). Andere schlossen Algen ein und erwarben so die Fähigkeit zur Photosynthese.

Folie 7: So sind die Protisten, also Eukaryoten, d. h. Einzeller mit einem Kern, als Urahnen von Pflanzen, Tieren und Pilzen zu sehen.

Folie 8: Viele Eigenschaften haben Pilze von ihren Vorfahren den Protisten übernommen, so die Zellteilung oder Fortbewegung mit Geissel oder amöbenartig und man findet diese noch in bestimmten Lebensphasen.

Folien 9, 10 und 11: Die Folien zeigen, welche wichtigen Eigenschaften höher entwickelte Lebewesen wie Pilze besitzen müssen, damit sie überleben und sich in der Evolution optimal anpassen können.

Folie 12: Man unterscheidet sechs Gruppen von Pilzen, die ersten zwei, die ersten zwei haben Geschlechtszellen, die sich mit Geisseln fortbewegen (wie begeißelte Protisten). Sie werden oft auch zu einer Gruppe zusammengefasst. Bei der dritten Gruppe den Jochpilzen (Zygomycota) verschmelzen zwei Zellen unterschiedlicher Individuen zu einer Zygospore. Die vierte Gruppe, die landwirtschaftlich bedeutend ist, dringt mit ihren Hyphen in Pflanzenwurzeln ein und kugelt sich dort ab (Glomeromycota). Die beiden letzten Gruppen sind die Ascomycota und die Basidiomycota, sie sind die Pilze, die komplexe Entwicklungszyklen aufweisen.

Folie 13: zeigt, dass es viel mehr Ascomycota gibt als Basidiomycota, sie haben oft einen krustenförmigen Wuchs und schliessen ihre Ascosporen in spezielle Behälter ein. Ebenfalls zeigt die Folie, dass die Pilze mit den Tieren, Bsp. Ameise, verwandt sind (Chitin als Baustoff).

Folie 14: zeigt die 5 grossen Pilzgruppen (niedere Pilze zusammengefasst, daher 5 und nicht 6) und welche Evolutionsschritte sie machen mussten: Verlust der Geisseln führt zu Zygomyceten und Glomeromyceten. Die Ascomyceten und Basidiomyceten erwarben sich den Vorteil der geschlechtlichen Fortpflanzung mit «zwei Kern-Zellen», sie heissen deshalb Dikarya. Die Gruppe der Ascomyceten schloss ihre Sporen in Behälter ein, die Gruppe der Basidiomyceten produziert ihre Sporen mit Basidienzellen = Ständerzellen und entlässt die Sporen nach aussen.

Folie 15: Übersicht über die Entwicklung der 5 Pilzgruppen aus einem gemeinsamen Protisten Vorfahren. Verschmelzung von Plasma und Verschmelzen von Kernen waren wichtige Schritte (Plasmogonie, Karyogonie), aus einer Gruppe entwickelten sich dann Pilze, die ein Zweikernstadium haben und Wände (Septen) die Hyphen in einzelne «Zellbereiche» unterteilen.

Folie 16: Zeittafel: sie zeigt, wann wichtige Pilzgruppen entstanden sind, zuerst die Zersetzerpilze, dann Holzersetzer und dann die Symbiosepilze der Mykorrhiza, als auch die Nadel- bzw. Laubbäume sich entwickelten. Viele Pilzgruppen haben sich aus einer Gruppe durch Anpassungen an spezifische Lebensbedingungen entwickelt (Radiation), andere Erfindungen, wie die Ektosymbiose sind offensichtlich mehrfach, unabhängig voneinander entstanden.

Folie 17: Allererste Lebewesen – die Stromatolithen haben sich aus einem Biofilm aus Algen und Bakterien (evtl. auch pilzähnlichen Lebewesen) im Strandbereich der Gezeiten entwickelt.

Folie 18: Pilzfossilien in Bernstein und in Gesteinen sind äusserst selten, aber wichtige Nachweise

Folie 19: seltene Funde von Pilzhyphen mit Schnallen und Pilzfäden eines Ständerpilzes

Folie 20: Beispiele verschiedener Pilzgruppen: Tröpfchenpilz und Brotschimmelpilz

Folie 21: Glomeromycota als Endosymbionten

Folie 22: Hochspezialisierte Symbiose zwischen dem Kernkeulenpilz und der Ameise: die Ameise verbeisst sich ab einem gewissen Befall in einem Blatt, stirbt und der Pilz kann die Sporen von oben her verbreiten.

Folie 23: Ständerpilze mit ihrem Stiel haben ebenfalls einen Vorteil bei der Sporenverbreitung. Die Fruchtschicht ist nach unten ausgerichtet und die Sporen, sog. **Ballistosporen**, der Basisienzelle verfügen über einen speziellen Abschussmechanismus (durch Wasser ausgelöst).

Folie 24: Die Sporen von Ständerpilzen sind ein Merkmal, viele haben eine besondere Oberfläche und Form.

Folie 25 und 26: Die Erfindung der Fruchtschicht (spezialisiertes Hyphen»gewebe») war für die Ständerpilze wichtig, die Oberfläche muss möglichst gross sein. Die Art der Lage der Fruchtschicht bestimmt die systematischen Gruppe

Folie 27: Auch bei Bauchpilzen, bei denen die Fruchtschicht eingeschlossen ist, spielt Wasser eine wichtige Rolle bei der Sporenverbreitung.

Folie 28: Aus den Sporen, (=spezialisierten Keimzellen), die als Dauersporen auch dicke Wände haben können, keimen die Hyphen aus und der Pilz wächst und pflanzt sich ungeschlechtlich (asexuell) fort.

Folie 29, 30, 31 und 32: Darstellung des Lebenszyklus bei Basidiomyceten (Ständerpilzen) bei höheren Pilze, z.B. den Ständerpilzen wird die ungeschlechtliche Fortpflanzung mit der geschlechtlichen kombiniert, was zu einer Neuverteilung des Erbguts in den Sporen führt. und der Pilz sich aber auch sehr lange asexuell fortpflanzen kann.

Für besonders Interessierte:

Folien 33, 34 und 35: nicht diskutiert Lebenszyklus und Fruchtschichttypen bei Ascomyceten

Folien 36 und 37 Entwicklungsgänge niederer **Pilze (Schleimpilze und Jochpilze)**