

Wie überleben Halobakterien ohne Nährstoffe?

Halobakterien leben in Gewässern mit hohen Salzkonzentrationen. Man findet sie z.B. im toten Meer oder in Salzgewinnungsbecken am Mittelmeer. Experimente mit Halobakterien zeigten, dass sie unabhängig vom Licht überleben können, solange Glukose vorhanden ist. Ist im umgebenden Flüssigkeitsmedium jedoch keine Glukose vorhanden oder kein Sauerstoff verändert sie ihren Stoffwechsel, Abb.1.

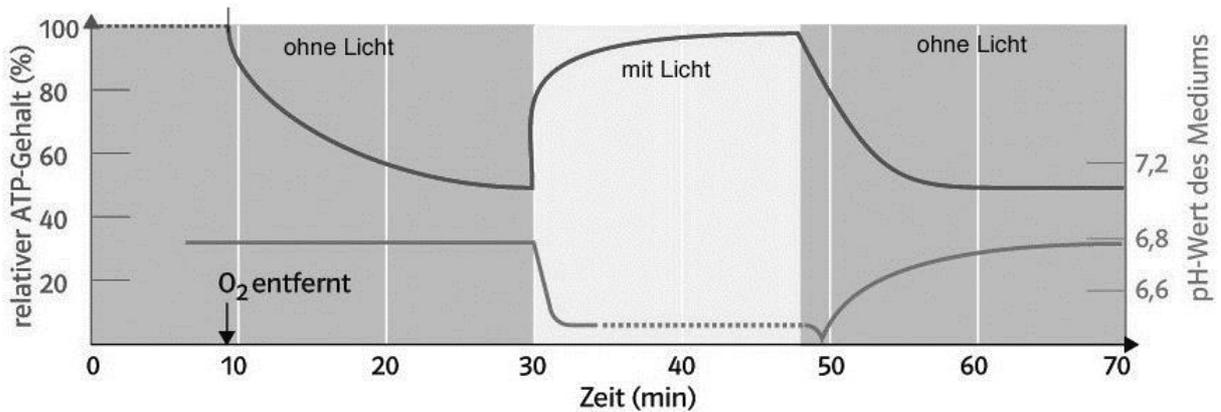


Abb. 1 Ergebnisse der Experimente mit Halobakterien mit und ohne Sauerstoff sowie mit und ohne Licht

Zusätzliche Versuche sollten den Mechanismus aufklären. Biologiewissenschaftler untersuchten hierzu künstlich hergestellte Membranvesikel. Diesen Vesikeln mischten sie bestimmte Abschnitte der Halobakterien mit Bakteriorhodopsin zu, Abb.2. In den folgenden Experimenten wurde der Versuchsansatz erweitert. Zusätzlich zum Bakteriorhodopsin wurde isolierte ATP-Synthase aus Halobakterien oder Mitochondrien aus Rinderherzmuskeln alternativ in die synthetischen Vesikel eingebaut.

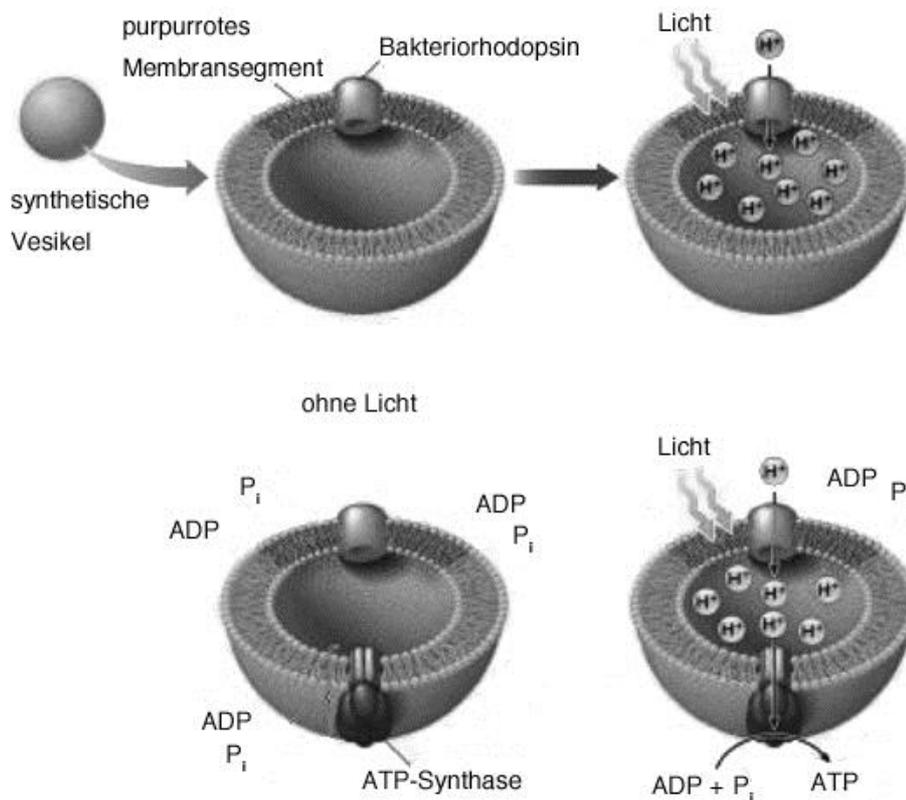


Abb. 2 Experimente mit synthetischen Vesikeln und Bestandteilen der Membranen von Halobakterien

Die Ergebnisse führten zu einem Modell an dem die Zusammenhänge erklärt werden können, Abb. 3.

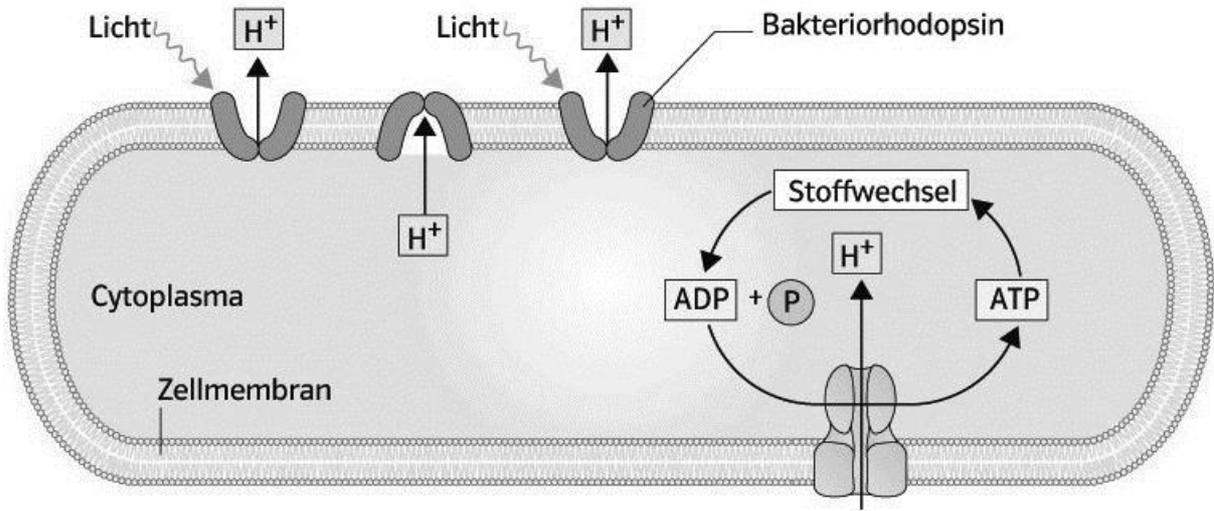


Abb. 3 Schematische Darstellung zur Überlebensstrategie der Halobakterien

Aufgaben:

1. Beschreiben Sie die in der Abb.1 dargestellte Grafik.
2. Stellen Sie die Zusammenhänge dar und gehen Sie auf die gestellte Ausgangsfrage ein.
3. Beschreiben Sie die beiden Versuche in Abb. 2.
4. Stellen Sie die Ergebnisse mit den Daten in Abb.1 in einen Zusammenhang. Erläutern Sie hierbei die Bedeutung des Experimentes mit der ATP-Synthase aus dem Rinderherzmuskel.
5. Beschreiben Sie kurz das schematisch dargestellte Modell in Abb. 3 und erläutern Sie, ob alle Untersuchungsdaten aus den Beobachtungen und Experimenten darin vorhanden sind.
6. Vergleichen Sie die experimentell gefundenen Vorgänge bei Halobakterien mit dem Vorgang der Fotosynthese bei grünen Pflanzen.

Lösungen

1. In Abb.1 wird der ATP- Gehalt in Halobakterien und der pH-Wert im umgebenden Medium bei Lichtdunkelwechsel dargestellt. Wird bei Dunkelheit Sauerstoff entfernt, sinkt der ATP-Gehalt von 100% auf 50 %, der pH-Wert bleibt unverändert.
Werden die Halobakterien belichtet sinkt der pH-Wert und der ATP-Wert steigt wieder auf 100%.
Bei erneuter Dunkelheit sinkt der ATP-Gehalt wieder und der pH-Wert steigt.
2. Durch Lichteinstrahlung auf die Halobakterien werden Protonen aus dem Inneren der Bakterien in das Medium gepumpt. Dies führt zu einer Zunahme des ATP-Gehalts. Die ATP-Synthese könnte das Überleben ermöglichen.
3. Es werden experimentell synthetische kleine Membranvesikel gebildet. In diese werden im 1. Experiment Teile der Halobakterienmembran mit Bakteriorhodopsin eingebaut. Sie werden in einem Experiment im Dunkeln und bei Licht auf den pH-Wert (Protonenkonzentration) und den ATP-Gehalt untersucht.
Im 2. Experiment wird zusätzlich ATP-Synthase in die Vesikelmembran eingebaut. Die ATP-Synthase kann dabei aus Halobakterien oder aus den Mitochondrien vom Rinderherzmuskel gewonnen sein.
4. Diese Protonenveränderungen werden über Bakteriorhodopsin unter Lichteinfluss bewirkt. Die Verringerung der Protonenkonzentration gegenüber dem Außenmedium führt zu einem Protonengradienten. Der Ausgleich erfolgt über die ATP-Synthase, die zur ATP-Bildung führt. Die Verwendung der ATP-Synthase aus den Mitochondrien zeigt deutlich, dass hier die gleichen Vorgänge ablaufen.
5. Das Schema in Abb. 3 zeigt ein Bakterienzelle, das Bakteriorhodopsin und die ATP-Synthase. Die Vorgänge der Protonenveränderung und der ATP-Synthese werden dadurch deutlich. Nicht deutlich werden die Vorgänge bei der Anwesenheit von Glukose und Sauerstoff.
6. Dieser Vorgang entspricht nur einem Teil der Fotosynthese. Der Protonengradient wird ebenfalls aufgebaut und ATP gebildet. Es entsteht jedoch kein $\text{NADPH} + \text{H}^+$, da keine Wasserspaltung stattfindet. Es findet dadurch auch keine Glukosesynthese (Synthesereaktion) statt.