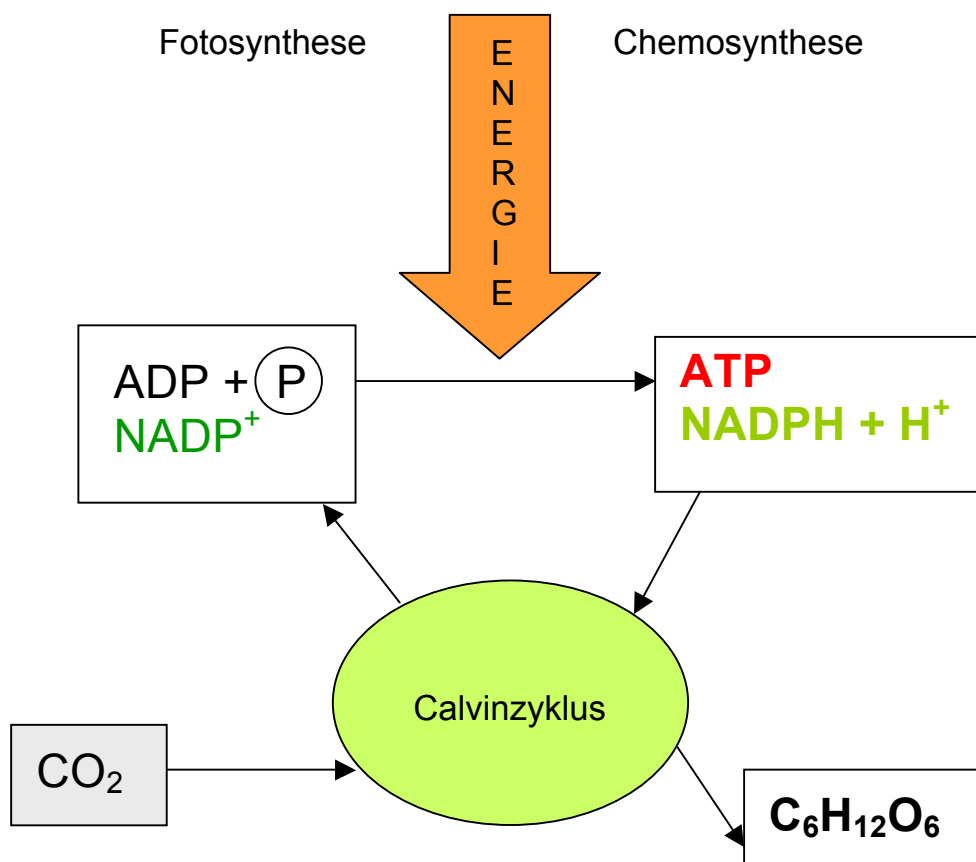


Energiespeicherung durch Chemosynthese (Synthese ohne Licht)

Unter Chemosynthese im engeren Sinne versteht man eine Form des Stoffwechsels, bei der anorganische Verbindungen oder Ionen die Protonen und Elektronen für den Energiegewinn (ATP-Bildung) liefern. Diese Prozesse können aerob, also mit Sauerstoff als Protonenakzeptor oder anaerob mit Sulfat, Schwefel oder Carbonat als Protonenakzeptor ablaufen. Meist folgt anschließend die Kohlenstoffdioxidüberführung in körpereigene Kohlenhydrate im Calvinzyklus oder einem Calvin ähnlichen Prozess. Dieser Gesamtstoffwechsel, also Chemosynthese und Calvinzyklus, wird als Chemolithoautotrophie oder Chemoautotrophie bezeichnet.



© C.Queisser

Abb. 1: Fotosynthese und Chemosynthese im Vergleich:
die bei der Fotolyse bzw. bei chemischen Reaktionen gewonnene Energie wird in Form von ATP und NADH+H⁺ gespeichert und im Calvinzyklus für den Aufbau von energiereichen Stoffen, z.B. Glucose, verwendet.

Da hierbei kein Licht benötigt wird wie bei der Photosynthese, kann diese Synthese überall ablaufen, z.B. im Pansen von Wiederkäuern, im Meeresboden und in Sümpfen.

Bakterien sind sehr vielfältig in den Formen ihres Energiestoffwechsels, sie können sowohl anorganische als auch organische Verbindungen für die Chemosynthese verwenden.

Beispiele für chemosynthetisch aktive Bakterien: Schwefeloxidierende Bakterien.

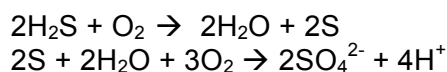
Schwefeloxidierende Bakterien sind autotrophe Bakterien, die Schwefelwasserstoff (H_2S) und andere Schwefelverbindungen, wie zum Beispiel Thiosulfat ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$), zu elementarem Schwefel (S) oder Sulfat (SO_4^{2-}) oxidieren. Die meisten können auch elementaren Schwefel zu Sulfat oxidieren.

Viele Bakterien "verbrennen" oder oxidieren ihre Nahrung mit Hilfe von Sauerstoff. Doch Bakterien können im Gegensatz zu den meisten höheren Organismen auch anorganische chemische Verbindungen verwerten. Schwefelbakterien leben von Schwefelwasserstoff, den sie mit Hilfe von Sauerstoff in Sulfat umwandeln. Aus dieser Reaktion gewinnen sie Energie für Wachstum und Stoffwechsel.

Wenige Millimeter unter dem Meeresboden gibt es keinen Sauerstoff mehr, Sulfat dringt aber ständig in den Meeresboden hinein. Bakterien setzen organische Überreste hier mit Hilfe des Sulfats um und stellen dabei Schwefelwasserstoff her. Ein ständiger Wechsel zwischen Sulfat und Schwefelwasserstoff sorgt dafür, dass organische Stoffe wieder in anorganische Mineralien, also Nährsalze, umgesetzt werden.

Für Lebewesen auf dem Meeresgrund wie z.B. Fische, ist es aber wichtig, dass der giftige Schwefelwasserstoff wieder abgebaut wird. Es gibt viele Bakterien, die sich darauf spezialisiert haben. Sie kommen fast überall vor, im Meer, in Seen, im Erdboden, oder in Anlagen, die Abwasser reinigen.

Fadenförmigen Schwefelbakterien, *Beggiatoa*, erscheinen durch Lichtbrechung in unzähligen Schwefeltröpfchen in ihren Zellen weiß. Sie bilden eine Barriere gegen den Austritt von Schwefelwasserstoff aus dem Meeresboden; sie oxidieren ihn mit Hilfe von gelöstem Sauerstoff aus Meerwasser.



$$\begin{aligned} \Delta G &= -420 \text{ kJ/mol} \\ \Delta G &= -988 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Die 1999 entdeckte *Thiomargarita namibiensis* oder "Schwefelperle von Namibia", ist mit einem Durchmesser von bis zu einem dreiviertel Millimeter das größte Bakterium, das bereits mit bloßem Auge sichtbar ist. Es besitzt eine große kugelförmige Vakuole, die als Vorratsspeicher für Nitrat dient. Mit diesem Nitrat kann der Schwefelwasserstoff zu Sulfat monatelang oxidiert werden, bis der Vorrat aufgebraucht ist. *Thiomargarita* kann sowohl unter anoxischen wie oxischen Bedingungen Stoffwechsel betreiben. Molekulargenetisch ist sie verwandt mit *Thioploca* und *Beggiatoa*.

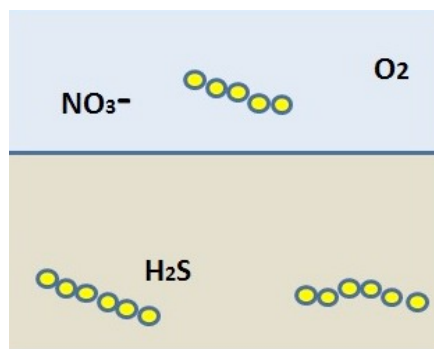


Abb.2: Aufgewirbelte Ketten von *Thiomargarita* nehmen im Wasser Nitrat/Sauerstoff auf, im Sediment verdeckt kann dann der Schwefelwasserstoff oxidiert werden. © C.Queisser

Christiane Queisser 2010, überarbeitet 2012

Quellen:

M.T.Madigan et.al: Brock Mikrobiologie Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg – Berlin 2003, S. 515-518, 640 ff., 748-749.

http://de.wikipedia.org/wiki/Thiomargarita_namibiensis

Heide N. Schulz, Bo Barker Jørgensen: *Big Bacteria*, in: Annual Review of Microbiology, Vol. 55, 2001, S. 105-137.

Heide N. Schulz, D. Riechmann: *Thiomargarita namibiensis: Ein Gigant mit langem Atem*, S. 118.