



## Amöbe hilft Evolutionsrätsel um Photosynthese lösen

**Genomsequenz von *Paulinella chromatophora* liefert grundlegende Hinweise zum genetischen Verständnis von Endosymbiose-Beziehungen. Wissenschaftler des Fritz-Lipmann-Instituts in Jena und der Uni Köln kommen so der evolutionären Entwicklung des pflanzlichen Photosynthese-Apparates auf die Spur: das Chromatophor als entwicklungsgeschichtlicher Zwischenschritt zum Chloroplasten.**

Die Photosynthese ist einer der wichtigsten biochemischen Prozesse, der im Laufe der Evolution auf unserem Planeten hervorgebracht wurde. Dabei wird Sonnenlicht in chemische Energie umgewandelt. Verantwortlich hierfür sind in höher entwickelten Pflanzenzellen die mit Farbpigmenten ausgestatteten Chloroplasten. Diese Zellorganellen sind einst aus unabhängigen Photosynthese treibenden prokaryontischen Organismen (Cyanobakterien) hervorgegangen, die von eukaryontischen Zellen 'verschluckt' und integriert wurden. Endosymbiose nennt sich dieser zelluläre Einverleibungsprozess, bei dem Wirtszelle und integrierter Organismus in wechselseitige Abhängigkeit geraten. Wie dieser Prozess entwicklungsgeschichtlich verlaufen ist, ist im Detail noch ungeklärt.

„Wenn wir verstehen, wie die genetische Integration zwischen Wirtszelle und dem einst einverleibtem Organismus verläuft, sind wir einen großen Schritt weiter“, so Dr. Gernot Glöckner vom Leibniz-Institut für Altersforschung - Fritz-Lipmann-Institut in Jena. Bekannt ist bislang, dass dabei nicht-benötigte Gene der Zellorganelle verloren gehen und andere an die Wirtszelle weitergegeben werden. Aufschlussreiche neue Erkenntnisse liefert nun die so genannte Thecamöbe *Paulinella chromatophora*, eine genetisch äußerst komplexe Schalenamöbe. „Was dieses anpassungsfähige Wechseltierchen für uns so interessant macht, ist seine Fähigkeit, Photosynthese zu betreiben“, betont Glöckner. Dieses einzellige, von Lauterborn bereits 1885 beschriebene Lebewesen nutzt hierfür bestimmte farbpigmenthaltige, wurstförmige Zellstrukturen, die Chromatophoren. Wie die Photosynthese-treibenden Zellen, von denen die Pflanzen abstammen, ist *Paulinella* das Produkt einer endosymbiotischen Beziehung zwischen einer eukaryontischen Wirtszelle und einer vormalig unabhängigen Prokaryonten-Zelle (ebenfalls ein Cyanobakterium). Zellorganelle und Wirt sind mit der Zeit allerdings in wechselseitige Abhängigkeit geraten und können nun unabhängig voneinander nicht mehr existieren.

„Um den entwicklungsgeschichtlichen Parallelen zwischen beiden Photo-Energie-Systemen auf den Grund zu gehen, haben wir die Genomsequenz der Chromatophoren von *Paulinella* analysiert und mit dem Genom von Chloroplasten sowie frei lebenden Cyanobakterien verglichen“, erklärt Dr. Glöckner den Grundansatz des aktuell in *Current Biology* veröffentlichten Forschungsprojektes. „Wir unterhalten hierfür eine äußerst fruchtbare Forschungs Kooperation mit Prof. Dr. Michael Melkonian und Eva Nowack vom botanischen Institut der Uni Köln“, so der Jenaer Wissenschaftler. So wurden die Amöben in Köln kultiviert. Dann wurde das genetische Material der Chromatophoren isoliert und in Jena mit einem Hochdurchsatz-Sequenzer der neuesten Generation (454 FLX) durchsequenziert. Analysiert wurden die Ergebnisse gemeinsam.

Der Befund: „Das Genom der untersuchten Chromatophoren hat eine Kodierungskapazität von 1 Mb (Megabase) und übersteigt die des Chloroplastengenoms um das 5fache“, so der Mitarbeiter

### Vorstand

**Prof. Dr. Peter Herrlich**  
Wissenschaftlicher Direktor,  
Sprecher

**Dr. Daniele Barthel**  
Administrativer Vorstand

### Pressekontakt

**Dr. Eberhard Fritz**  
Forschungskordinator  
Tel.: +49 (0)3641 – 65-6333  
FAX: +49 (0)3641 – 65-6335  
E-mail: [efritz@fli-leibniz.de](mailto:efritz@fli-leibniz.de)

**Anschrift**  
Beutenberg Campus  
Beutenbergstr. 11  
07745 Jena

**Internet**  
[www.fli-leibniz.de](http://www.fli-leibniz.de)

aus der Forschergruppe um Dr. Matthias Platzer. Im Vergleich mit seinen freilebenden Verwandten, einem cyanobakteriellem Vorfahr, ist das Genom allerdings stark reduziert. „Das heißt, über 2 Drittel der Gene gingen verloren“, erläutert Glöckner.

Behalten haben die Chromatophoren aber die Fähigkeit, autonom Photosynthese zu betreiben. Nicht so die Chloroplasten: bei ihnen ist ein Teil der Photosynthese-Gene in den Kern der Wirtszelle verlegt wurde. Codiert sind im Chromatophoren-Genom auch Synthesewege für Aminosäuren und Vitamine. „Wir gehen davon aus, dass diese Stoffe neben der Photosyntheseleistung von der Wirtszelle zum Überleben benötigt werden“, sagt der Genomforscher. Glöckner weiter: „Der Wirt ist also in mehrfacher Weise von diesem Photosynthese-Organell abhängig“. Umgekehrt fehlt den Chromatophoren die genetische Information zur Steuerung des Zitratzyklus, eines zentralen Teils des Zuckerstoffwechsels, sowie weiterer elementarer Stoffwechselwege.

Die Wissenschaftler vermuten, dass die Chromatophoren eine entwicklungsgeschichtliche Zwischenstufe darstellen hin zu den Chloroplasten, wie sie in den heutigen höheren Pflanzen vorkommen: „Wir verstehen die Entwicklung solcher Zellorganellen als zweistufigen Prozess. Im ersten Schritt geraten Wirt und Endosymbiont durch den Austausch von Stoffen mehr und mehr in Abhängigkeit (Chromatophoren). Im Zuge des zweiten Schrittes verlagern sich Gene des einverleibten Organismus in den Zellkern der Wirtszelle, der damit die totale regulatorische Hoheit über das Organell übernimmt (Chloroplasten).“

„Die Sequenzierung des Organellgenoms von *Paulinella Chromatophora* hat uns gezeigt, welche Funktionen im Zellstoffwechsel im Verlauf der genetischen Integration aufgegeben bzw. beibehalten wurden“, so Glöckner. Um ein umfassendes Bild der genetischen Integrationsprozesse bei der Endosymbiose zu erhalten, müsste aber auch das Genom der Wirtszelle durchsequenziert werden. „Theoretisch ist das kein Problem“, meint der Amöbenforscher. Praktisch aber erweise sich ein solches Projekt als äußerst aufwändig und kostspielig. „Denn in puncto genetischer Ausstattung steht die Amöbe uns Menschen – leider – in nichts nach“, bedauert Dr. Gernot Glöckner. „Wir bräuchten dafür vom Ausmaß her ein zweites humanes Genomprojekt – aber dieses Mal für Amöben!“

#### Kontakt:

- PD Dr. Gernot Glöckner, Fritz-Lipmann-Institut Jena; E-mail: [gernot@fli-leibniz.de](mailto:gernot@fli-leibniz.de); Tel.: 0 36 41 / 65 64 40, fax: 0 36 41 / 65 62 54;
- Prof. Dr. Michael Melkonian, Uni Köln; E-mail: [michael.melkonian@uni-koeln.de](mailto:michael.melkonian@uni-koeln.de); Tel.: 02 21 / 470 24 75, fax: 02 21 / 470 51 81;

**Publikation:** Nowack ECM, Melkonian M, Glöckner G: Chromatophore Genome Sequence of *Paulinella* Sheds Light on Acquisition of Photosynthesis by Eukaryotes. *Current Biology* 2008, 18(6):410-419

