

A Biophysical Model for the Biogenesis of Lipid Droplets

Florian Wodlei

Zusammenfassung

Wir untersuchen in dieser Arbeit die Entstehung der sogenannten Lipid Droplets (LD). Nach dem Standardmodell entstehen die LD innerhalb der Membrane des Endoplasmatischen Reticulums und lösen sich nachdem sie eine bestimmte Größe erreicht haben davon ab. In dieser Arbeit verwenden wir einen elastomechanischen Zugang, der auf den elastischen Eigenschaften biologischer Membrane beruht. Wir benutzen dazu die Theorie von Canham und Helfrich. Wir betrachten die freie Energie unseres Systems als Funktion bestimmter biophysikalischer Parameter wie die *spontane Krümmung* H_0 , der *Koeffizient der mittleren Krümmung* k_c und der *Oberflächenspannung* γ und verbinden den Ablösungsprozess mit dem Minimum der freien Energie. Dieses Vorhaben führt zu einer Differentialgleichung, die vollständig nur mehr numerisch gelöst werden kann. Wir diskutieren hier einen Fall, der noch analytisch gelöst werden kann - die *Kugelkappen Approximation*. Mit diesem Modell können wir einen Ablösungsprozess beschreiben und das Volumen des abgelösten LD bestimmen. Wir bekommen allgemeine Bedingungen, die die biophysikalischen Parameter erfüllen müssen damit ein Ablösungsprozess stattfinden kann. Aufgrund des Fehlens von biophysikalischen Messdaten zum LD System, waren wir darauf angewiesen die erforderlichen Daten aus Emulsionsexperimenten von Phospholipid-Systemen mit ähnlicher Phospholipid Zusammensetzung zu extrahieren um zu überprüfen ob das Standardmodell der Entstehung der LD durch unser Modell beschrieben werden kann. Es zeigt sich jedoch dass für diese aus den Experimenten gemittelten Werte der biophysikalischen Parameter einer Membrane ein Ablösungsprozess nicht möglich ist.

A Biophysical Model for the Biogenesis of Lipid Droplets

Florian Wodlei

Abstract

We investigate in this work the biogenesis of lipid droplets (LD). The standard model suggests that this biogenesis occurs between the leaflets of the endoplasmic reticulum (ER) and detaches from the ER after they have reached a certain size. In this work we use an elastomechanical approach, which was developed by Canham and Helfrich. In this theory one describes the biological membrane by its elastic properties. We investigate the free energy of the system as a function of certain biophysical parameters (the *spontaneous curvature* H_0 , the *mean curvature modulus* k_c and the *surface tension* γ) and couple the detaching process to the minima in the free energy. This purpose demands a large volume of calculations and leads to a differential equation which only can be solved numerically. Still we discuss here a case, the spherical cap approximation, where we can work in analytical manner. With this approximation we can describe a detaching process and we can determine the volume of the detached LD. We get general conditions for the biophysical parameters under which a detaching is possible. Due to the unavailability of measured values of the biophysical parameters of the LD system we took values which were obtained by measurements of emulsions of phospholipids with similar phospholipid composition to verify if the standard model of LD formation can be described with our model. Unfortunately for those values of the biophysical parameters we did not find a detaching of the LD.