

Die Kraft der Zellen: Physik an der Schnittstelle zwischen belebter und unbelebter Natur

Ulrich Schwarz, Universität Heidelberg, Institut für Theoretische Physik

Nicht nur Muskelzellen, sondern fast alle Zelltypen in unserem Körper üben Kräfte auf ihre Umgebung aus. In diesem Vortrag geht es darum, wie diese Kräfte erzeugt werden und welche Funktion sie für das Zusammenspiel zwischen dem System Zelle und seiner Umgebung haben. Wie groß ist eigentlich die Kraft, die eine Einzelzelle aufbringen kann? Zellkräfte können auf weichen Unterlagen durch Lösen eines inversen Problems in der Elastizitätstheorie gemessen werden und wir finden eine typische Kraft von nanoNewton per Adhäsionskontakt. Die entspricht einer typischen Elastizität von kiloPascal, also genau der typischen Steifigkeit von Gewebe. Die Kraft der Zellen ist also so eingestellt, dass sie einerseits einen Effekt in der Umgebung haben, aber andererseits dessen mechanische Integrität nicht verletzen. In den letzten Jahren konnte mit biophysikalischen und materialwissenschaftlichen Methoden gezeigt werden, dass Zellen ihre Krafterzeugung dynamisch den Eigenschaften ihrer Umgebung anpassen, mit dramatischen Konsequenzen für die Funktion und das Schicksal der Zellen. Wir diskutieren anhand der Mechanik und stochastischen Dynamik von Adhäsionskontakten, molekularen Motoren und Polymernetzwerken, wie zelluläre Kräfte durch kollektive Prozesse in Raum und Zeit erzeugt und verteilt werden und wie daraus eine adaptive Antwort auf physikalische Einflussgrößen entsteht. Unsere Untersuchungen zeigen, dass ein Verständnis des komplexen Systems Zelle nur auf quantitative Art und Weise möglich ist und dass hierfür neuartige Modellvorstellungen entwickelt werden müssen.