© privat

Orkun S. Soyer, Ph.D.

Professor of Evolutionary Systems and Synthetic Biology

Universität Warwick

Born in 1975 in Istanbul, Turkey

Studied Chemistry at Bogaziçi University and at the University of Michigan, Ann Arbor

SCHWERPUNKT

ARBEITSVORHABEN

Evolution of Microbial Interactions and the Underlying Cellular Networks

How can we explain the evolution of cellular responses, which require an orchestrated interaction of a multitude of proteins, genes, and small molecules? How could these "cellular systems" have emerged over evolution, when their resulting responses seem impossible to achieve with fewer components? What are the "intermediary" molecular systems and how did they behave dynamically? What is, or could have been, the impact of biochemical realities (e.g. the spatial aspects of cells, the stochastic nature of biochemistry) on evolution at this molecular level? These questions about evolution on the level of cellular systems lie at the core of understanding evolution of any higher levels (e.g. species). Answering them, however, is far more difficult than answering evolutionary questions on the organismal level; we lack any fossil record on molecular systems and our ability to document existing diversity across organisms is hampered by technical difficulties of collecting detailed molecular level data (e.g. interaction maps, reaction kinetic rates). The impact of deciphering the "evolution of cellular systems" could go beyond evolutionary biology; it would allow a deeper understanding of cellular systems and increase our ability to manipulate these for engineering and medical purposes.

My work at Wiko will focus on specific sub-themes within this broader context of understanding the evolution of complex molecular systems as explained below. One area that I would like to highlight in this abstract relates to the evolution of metabolic networks and the microbial interactions they enable. Metabolism is one of the best-characterized aspects on the cellular level. The evolutionary factors shaping metabolic systems and their regulation, however, are not clear. Several factors can be at play at the same time, including environmental fluctuations in metabolite availability (i.e., fluctuating selection) and biochemical tradeoffs relating for example to redox balance, toxic intermediates, and substrate availability. At Wiko, I will aim to extend existing theoretical frameworks for modeling evolution to account for such factors. My focus will be on the analysis of those features of metabolic networks that enable or shape interactions on the species level, i.e., within microbial communities.

Recommended Reading

Kuwahara, H. and O. S. Soyer (2012). "Bistability in feedback circuits as a byproduct of evolution of evolvability." Molecular Systems Biology 8, 564.

Soyer, O. S. and T. Pfeiffer (2010). "Evolution under fluctuating environments explains observed robustness in metabolic networks." PLoS Computational Biology 6, 8: e1000907

KOLLOQUIUM, 19.03.2015

Synthetische Biologie und die Rolle evolutionstheoretischer und ingenieurwissenschaftlicher Ansätze im biologischen Design

Die synthetische Biologie ist ein Forschungsgebiet, das gerade im Entstehen begriffen ist; dabei geht es um die Konstruktion neuer biologischer Systeme unter Anwendung ingenieurwissenschaftlicher Prinzipien. Der Prozess rationaler ingenieurwissenschaftlicher Entwicklungen durch den kombinierten Einsatz von modellbildenden und experimentellen Werkzeugen soll uns Einblicke in biologische Funktionen und Strukturen verschaffen, während die dabei entstehenden Systeme zu neuartigen Anwendungen in der Biotechnologie, Bioinformatik und Biomedizin führen können.

Der Grundgedanke der synthetischen Biologie basiert auf dem starken Wunsch, die Biologie durch den Einsatz ingenieurwissenschaftlicher Prinzipien "technisch zu entwickeln"; jedoch ist nicht klar, was mit diesen Prinzipien im Kontext der Biologie abgedeckt werden soll. Selbstverständlich sollen auch jene dazu gehören, die in anderen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen bereits etabliert sind (z. B. computergestütztes Design, Standardisierung und Modularität), doch sie bedürfen auch der Erweiterung, um den Herausforderungen und Potenzialen gerecht zu werden, die aus den einzigartigen Eigenschaften biologischer Systeme erwachsen.

Jede ingenieurwissenschaftliche Herangehensweise an die Biologie sollte auch eine evolutionstheoretische Perspektive auf den Bauplan bzw. das Design beinhalten, so meine These. Die Entstehung von Designs in der Technik unterscheidet sich gravierend von der Entstehung von Designs in der Evolution; dabei neigen die evolutionären Prozesse besonders dazu, sich inhärente Eigenschaften und Beschränkungen von biologischen Systemen nutzbar zu machen. In meinem Vortrag möchte ich zeigen, wie evolutionstheoretische und ingenieurwissenschaftliche Blickwinkel zur Verfeinerung von Designs in der synthetischen Biologie kombiniert werden können und wie wir im Gegenzug von der Evolution angeregte Designs dazu heranziehen können, Einblicke in biologische Funktionen und Evolutionsprozesse zu gewinnen.

Mein Vortrag hat zwei Schwerpunkte. Einerseits möchte ich zeigen, wie uns eine evolutionstheoretische Betrachtungsweise das Verständnis dafür vermittelt, welches von vielen funktionsgleichen Designs sich am ehesten zur Implementierung in einem gegebenen biologischen System eignet. Andererseits möchte ich erforschen, wie Funktionen, die aus den vereinfachenden Blickwinkeln der Ingenieurwissenschaft nicht leicht zu implementieren (oder vorzustellen) sind, anhand von Designs implementiert werden können, die man aus evolutionstheoretischer Perspektive versteht. Diese beiden Teile stehen im Kontext von Modellstudien über Signalnetzwerke bei Zellen bzw. in Mikrobengemeinschaften. Am Wissenschaftskolleg möchte ich diese Sichtweisen in meinem Projekt verknüpfen und erweitern und mich darauf konzentrieren, einen evolutionstheoretischen Rahmen zu entwickeln, um Mikrobengemeinschaften von ihrer Stoffwechselbasis her zu verstehen und technisch zu entwickeln.

PUBLIKATIONEN AUS DER FELLOWBIBLIOTHEK

Soyer, Orkun S. (2016)

Microbial diversity arising from thermodynamic constraints

https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=856637416

Soyer, Orkun S. (2012)

Bistability in feedback circuits as a byproduct of evolution of evolvability

https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=789971461

Soyer, Orkun S. (2011)

Evolution of response dynamics underlying bacterial chemotaxis

https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=789971216

Soyer, Orkun S. (San Francisco, Calif.,2010)

Evolution under fluctuating environments explains observed robustness in metabolic networks

https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=789968916

Soyer, Orkun S. (2008)

Adaptive dynamics with a single two-state protein

https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=789970813