DYNAMISCH REKONFIGURIERBARE SELBSTORGANISATION MIT DREIECKIGEN DNA-ORIGAMI-BAUSTEINEN

Projektträger:
IST - Institute of Science and Technology Austria

Wissenschaftliche Leitung:
Carl Goodrich

Weitere beteiligte Einrichtungen:
Brandeis University

Handlungsfeld(er)
Digitalisierung, intelligente Produktion und Materialien

Wissenschaftsdisziplin(en)
1030 - Physics, Astronomy (75 %)
2100 - Nanotechnology (20 %)
1040 - Chemistry (5 %)

Förderinstrument: Projekte Grundlagenforschung

Projekt-ID: FTI23-G-011

Projektbeginn: 01. März 2024

Projektende: 31. August 2027

Laufzeit: 42 Monate / laufend

Fördersumme: € 358.681,00

Kurzzusammenfassung:
Die Selbstorganisation von synthetischen Komponenten im Submikronbereich zu größeren Strukturen hat das Potenzial, die Schaffung von Materialien mit einer Komplexität und Funktionalität zu ermöglichen, die derzeit nur in der Biologie zu finden sind. Obwohl wir in den letzten Jahrzehnten enorme Fortschritte bei der Herstellung maßgeschneiderter Bausteine in dieser Größenordnung gemacht haben, fehlt uns immer noch ein ausreichendes theoretisches Verständnis des Montageprozesses, um zu wissen, was wir mit diesen Technologien machen sollen. Dieses Projekt wird sich auf dynamische Rekonfigurierbarkeit konzentrieren, was bedeutet, dass ein einzelner Satz von Bausteinen in Lösung eine gewünschte Struktur oder Material in einer Umgebung (z. B. Temperatur, Gesamtkonzentration) und eine andere, unabhängig ausgewählte gewünschte Struktur oder Material in einer anderen Umgebung bildet. Somit kann das System bei Bedarf zwischen diesen gewünschten Materialien hin- und herschalten. Eine solche Rekonfigurierbarkeit hat klare und offensichtliche Anwendungen für dynamisch transformierbare oder wiederverwendbare Materialien. Das Projekt wird dynamisch rekonfigurierbare, selbstorganisierende Strukturen aus dreieckigen DNA-Origami-Steinen entwerfen und erstellen. Indem wir die Fähigkeit nutzen, spezifische, DNA-vermittelte Bindungswechselwirkungen zwischen den Seiten verschiedener Partikelarten zu entwerfen, werden wir untersuchen, wie Rekonfigurierbarkeit entstehen kann. Der Entwurf wird durch einen auf differenzierbarer Programmierung basierenden Ansatz zur inversen Selbstorganisation ermöglicht, der vom primären PI entwickelt wurde, und vom Partner-PI experimentell umgesetzt wird. Wichtig ist, dass wir dadurch ein theoretisches Verständnis entwickeln können, das experimentelle Einschränkungen und unvermeidbare Ungenauigkeiten berücksichtigt und so einen allgemeinen und wirkungsvollen Satz von Designprinzipien für die rekonfigurierbare Selbstorganisation schafft.

Schlüsselbegriffe:
self-assembly, DNA-origami, inverse design, reconfigurable materials, colloidal molecules

ERGEBNISSE

PEER-REVIEWED PUBLICATION

https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.134.058204 Accessing Semiaddressable Self-Assembly with Efficient Structure Enumeration

https://doi.org/10.1038/s41567-025-03120-3 A polyhedral structure controls programmable self-assembly

https://doi.org/10.1063/5.0304731 Simultaneous optimization of assembly time and yield in programmable self-assembly

https://doi.org/10.1103/68rs-3qgn Entropic size control of self-assembled filaments