Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 136 (2010)
Heft: 13: Ticino Città diffusa

Sonstiges

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

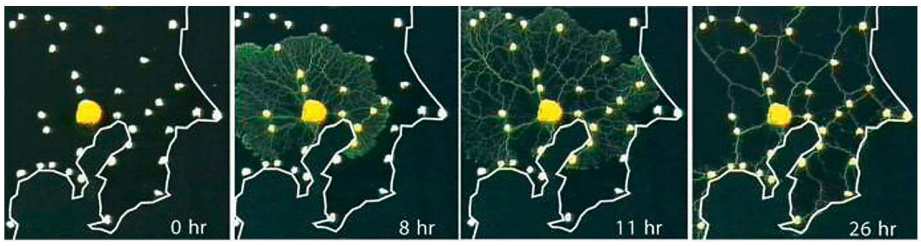
Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 19.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

PHYSARUMS FÄHIGKEITEN NUTZEN



01 Leckerbissen verführen Schleimpilze (Physarum polycephalum) dazu, sich auf kürzestem Weg von A nach B zu bewegen. Zunächst wächst der Pilz flächig. Nach einigen Stunden bilden sich zwischen den mit Futter markierten Punkten in der Umgebung verstärkt Verbindungsadern, aus deren Zwischenräumen sich der Pilz nach 26 Stunden völlig zurückgezogen hat (Foto: Science /AAAS)

Der Schleimpilz Physarum polycephalum ermittelt die effizienteste Verbindung zwischen zwei Futterquellen. Japanische Forscher verglichen das Pilz-Netzwerk mit dem Schienennetz von Tokios Eisenbahn – mit einem überraschenden Ergebnis.

(pd/dd) Schleimpilze (Physarum polycephalum) gehören zu den Amöbozoen. Sie können mehrere Quadratmeter gross werden, sich mit rund 1 cm/h fortbewegen und enthalten eine Vielzahl von Kernen. Bereits vor einigen Jahren konnte der japanische Forscher Toshiyuki Nakagaki zeigen, dass sie den kürzesten Weg durch ein Labyrinth finden, sofern sie am Anfangs- und Endpunkt eine Mahlzeit aus Haferflocken erwartet (vgl. Kasten). In einem neuen Experiment an der Hokkaido-Universität in Sapporo fand der Schleimpilz nun die verkehrstechnisch günstigsten Verbindungen zwischen Tokio und den umliegenden Städten (vgl. Abb. 1).

EFFIZIENTER STRECKENPLANER

Ebenfalls mit Haferflocken-Leckerbissen markierten Nakagaki und sein Team die Position der Städte auf einer Umgebungskarte von Tokio. Dann setzten sie den Pilz in die Hauptstadt. Zunächst überwucherte die Riesenamöbe das gesamte Gebiet, doch bereits nach acht Stunden entwickelten sich in der Schleimfläche dickere Adern, die die verschiedenen Futterquellen miteinander verbanden. Nach etwa einem Tag hatte sich der Schleimpilz zu Verbindungsadern zwischen den Haferflockenstädten zusammengezogen. Nach den Ergebnissen des Labyrinthversuchs war das noch nicht überraschend, doch die Effizienz, mit der Physarum die Futterquellen vernetzt hatte, war verblüffend.

Nakagaki und seine Kollegen verglichen das Schleimpilz-Netzwerk mit dem Schienensystem von Tokios Eisenbahn. Besonderes Augenmerk legten sie dabei darauf, wie effektiv der Nahrungstransport auf den Strecken funktionierte, wie leicht im Falle einer Störung auf eine andere Route ausgewichen werden konnte und wie energieaufwendig und damit im übertragenden Sinn kostspielig die Vernetzung war. Die beiden Systeme waren zwar nicht deckungsgleich, doch in keiner Kategorie schnitt das Netz von Physarum deutlich schlechter ab als das ausgefeilte Verbindungssystem der Ingenieure, teilweise war es sogar besser. Dabei bildete der Schleimpilz seine Verbindungsadern ohne einen zentralen Kontrollmechanismus, der ihm verraten könnte, wo sich die Haferflocken befinden oder wie sie sich verbinden lassen. Diese Selbstorganisation kann für die Entwicklung verschiedener technischer Anwendungen nützlich sein.

VOM SCHLEIMPILZ LERNEN

Mark Fricker von der Universität Oxford, der mit den japanischen Forschern am Pilznetzwerk arbeitete, sieht viele Anwendungsmöglichkeiten für das Schleimpilzmodell, beispielsweise in Sensornetzen für Flut- oder Brandwarnsysteme. Statt wie früher die Sensoren mit einer Basisstation zu verbinden, gehe man in letzter Zeit dazu über, die Signale kabellos über kürzere Strecken an Zwischenstationen zu übermitteln. Diese sind untereinander vernetzt und leiten die Informationen schrittweise zur Basis weiter. Laut Fricker reduziert dieses Verfahren die Übertragungsenergie, und Störungen einzelner Komponenten lassen sich leicht ausgleichen – vorausgesetzt das System kann die Informationen dynamisch umleiten, so wie es der Schleimpilz beherrscht.

Ein einfacher Algorithmus soll nun helfen, die Fähigkeiten des Schleimpilzes technisch nutzbar zu machen. Die Forscher beobachteten dazu, nach welchem System manche Verbindungen verstärkt wurden, während andere verödeten: Eine Ader wurde umso dicker, je mehr Zellflüssigkeit in ihr strömte. Da die Transportaktivität zwischen zwei Futterquellen am höchsten ist, bilden sich so automatisch die günstigsten Verbindungen.

Aufgrund der Beobachtungen erzeugten die Wissenschafter eine Computersimulation, bei der sie zunächst die Umgebungskarte von Tokio mit einem engmaschigen Adernetz überzogen, aus dem sich nach und nach ein Verbindungsmuster ergab. In seinen Eigenschaften ähnelte das simulierte Netzwerk sowohl dem Pilz- als auch dem Eisenbahnnetz, doch die Forscher konnten seine Effizienz noch verbessern, indem sie einzelne Parameter wie beispielsweise die Anzahl erlaubter Quervernetzungen variierten. Für Wolfgang Marwan, der an der Universität Magdeburg ebenfalls an Physarum forscht, liegt in diesen Variationsmöglichkeiten eine Stärke des Modells: «Da der Algorithmus mit seinen Parametern unabhängig vom Mechanismus des Schleimpilzes ist, lässt er sich gut auf diverse Netzwerksysteme übertragen und kann sie mit den gewünschten Eigenschaften ausstatten.» Die molekularen Abläufe hinter der Organisation von Physarum polycephalum geben den Wissenschaftern nach wie vor Rätsel auf.

Quelle: spektrumdirekt, Julia von Sengbusch, 21.1.2010

VERSUCHSANORDNUNG LABYRINTH

Im Jahr 2000 nahm das Forscherteam um Toshiyuki Nakagaki ein 25×35 cm grosses Labyrinth aus einer Kunststoffschablone und füllte die «Gänge» mit einer Nährstofflösung. In der Mitte wurde der Schleimpilz platziert, der sich ziemlich bald über die ganze Agar-Lösung ausbreitete. Dann legten die Forscher an jeweils beiden Enden des Labyrinths zwei Häufchen Haferflocken hin, wonach der Pilz begann, sich in der Mitte wieder zu trennen und allmählich zu den Futterstellen zu wandern. Dabei hätte der Physarum polycephalum zwischen vier Gängen wählen können, von denen jeweils einer um 22% länger als der nächstbeste war. In allen Versuchen nahm der Pilz immer den kürzeren Weg.
Quelle: www.science-at-home.de