

EPIDEMIOLOGIE

Keime reisen wie Scheine

Immer mehr Menschen reisen immer weiter: Das ist die Hauptursache dafür, dass sich moderne Seuchen so rapide ausbreiten können. Um diese Ausbreitung vorherzusagen, muss man daher wissen, welchen statistischen Gesetzmäßigkeiten das menschliche Reiseverhalten unterliegt. Dazu analysierten Dirk Brockmann und Theo Geisel vom Göttinger Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation sowie Lars Hufnagel von der University of California, Santa Barbara, die Daten einer amerikanischen Internetseite. Sie untersuchten anhand von Geldscheinen, wie häufig verschiedene Reiseentfernungen in verschiedenen Zeiträumen zurückgelegt werden und entdeckten dabei wichtige Gesetzmäßigkeiten. (NATURE, 26. Januar 2006)

Vor drei Jahren, als die neuen Geldscheine und Münzen in Umlauf kamen, war es nur ein harmloses Spiel. Wann sammeln sich die ersten spanischen, österreichischen oder irischen Euros im eigenen Portemonnaie? Wenn sich hingegen jetzt Wissenschaftler des Göttinger Max-Planck-Instituts für Dynamik und Selbstorganisation damit beschäftigen, wie schnell Geldscheine die Entfernung von einer amerikanischen Stadt zur nächsten zurücklegen, haben ihre Untersuchungen einen ersten Hintergrund: Genauso schnell wie Banknoten können Viren durch die Bewegung infizierter Individuen verbreitet werden.

Mit der wachsenden Mobilität der Menschen wächst auch die Bedrohung durch Seuchen. So brauchte die Pest im Mittelalter ungefähr drei Jahre, um den europäischen Kontinent zu durchqueren – ganz anders als vor zweieinhalb Jahren die sich rapide ausbreitende Lungenkrankheit SARS. Auch das Vogelgrippevirus könnten Reisende mit dramatischem Tempo über den Globus ver-

breiten, wenn es einmal von Mensch zu Mensch übertragbar sein sollte.

Damit Wissenschaftler vorhersagen können, wie schnell sich eine Seuche ausbreitet, müssen sie also das menschliche Reiseverhalten kennen. Indem die Physiker aus Göttingen und Santa Barbara zu einem simplen, aber verblüffenden Trick griffen, können sie mit einer mathematischen Theorie jetzt beschreiben, wie Menschen reisen: Sie werteten die Daten einer amerikanischen „Bill-Tracking“-Webseite aus: Auf dieser können Internethalter zum Spaß den momentanen Ort eines zuvor markierten Geldscheins angeben und dessen weiteren Weg verfolgen. Aus den Bewegungen der Banknoten ermittelten die Wissenschaftler, welche Entfernungen wie häufig zurückgelegt wurden. Dabei entdeckten sie, dass dem menschlichen Reiseverhalten Skalierungsgesetze zugrunde liegen.

Ein Beispiel illustriert deren Bedeutung: Wenn bekannt ist, wie häufig innerhalb einer Woche oder in einem bestimmten anderen Zeitraum Entfernungen von 10 und 100 Kilometern zurückgelegt werden, erlaubt das Skalierungsgesetz eine Voraussage darüber, wie wahrscheinlich es ist, dass jemand auch die Entfernung von tausend Kilometern zurücklegt. Das Entscheidende an der Geldschein-Methode: Sie gestattet die Analyse des Reiseverhaltens auf ganz verschiedenen Entfernungsskalen, unabhängig vom benutzten Verkehrsmittel. Sowohl Flüge von New York nach Florida oder Kalifornien als auch die Fahrt zum Supermarkt oder der Besuch im 20 Kilometer entfernten Football-Stadion wurden von der Untersuchung erfasst.

Wer bisher die Ausbreitung einer Infektionskrankheit mathematisch beschreiben wollte, war an einem bestimmten Punkt auf Spekulation angewiesen: Da das Reiseverhalten nicht bekannt war, wurde angenommen, dass sich Krankheitserreger diffusiv ausbreiten – ähnlich feinsten Staubpartikeln auf einer Wasseroberfläche. Daraus ergibt sich die wellenförmige Ausbreitung einer Seuche, etwa der Pest im Mittelalter.

Für moderne Seuchen gilt das jedoch nicht mehr, wie die Untersuchungen der Göttinger Wissenschaftler ergeben haben. Mithilfe der Geldscheinmethode haben sie einen wichtigen Unsicherheitsfaktor beseitigt, der es bislang erschwerte, die Ausbreitung von Seuchen zu beschreiben. Dirk Brockmann vom Göttinger Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation sagt dazu: „Die Konsequenz unserer Untersuchungen ist, dass zur Beschreibung der geografischen Ausbreitung moderner Seuchen neuartige theoretische Konzepte entwickelt werden müssen.“

Die Bewegung von Geldnoten in den USA. Jede Linie symbolisiert die Reise eines einzelnen Geldscheins zwischen einem Anfangsort (Seattle: blau, New York: gelb, Houston: rot), und verschiedenen Zielorten. Jede Geldnote war weniger als eine Woche unterwegs.



Foto: MPI für Dynamik und Selbstorganisation



@ Weitere Informationen

erhalten Sie von:
DR. DIRK BROCKMANN
Max-Planck-Institut
für Dynamik und
Selbstorganisation,
Göttingen
Tel.: + 49 551
5176-411
Fax: + 49 551
5176-409
E-Mail: brockmann@ds.mpg.de

www.
filme.mpg.de