

FLAGGSCHIFF-INITIATIVE

Der Erdsimulator

Ein Echtzeitmodell soll globale Krisen besser beherrschbar machen
 [www.wissenschaft-online.de/artikel/1127823]

Ein Weltsimulator soll die Arbeit der Politiker in einer immer komplexeren Welt erleichtern. Die nötigen Instrumente dafür sind bald verfügbar.

In Sekunden wandert die Kunde um die Welt: Ein Erdbeben hat Japan getroffen, ein Kursrutsch die Wall Street erschüttert. Beide Nachrichten setzten Ereigniskaskaden in Gang, die in Echtzeit noch entfernteste Weltregionen trafen.

Kaum noch eine Region des Planeten ist heute von einer fernen Naturkatastrophe nicht irgendwie betroffen, kaum eine Existenz völlig unabhängig von zusammenbrechenden Börsen in New York oder Reykjavik. Die Weltwirtschaft ist globalisiert, die Kontinente gut miteinander verdrahtet. Politikern fällt es deshalb immer schwerer, richtig zu entscheiden. Denn schon ein falsches Wort kann ganze Währungen zum Absturz bringen. "Wir haben mit der Globalisierung unsere gesamte Welt und die verschiedenen Systeme miteinander vernetzt", warnt Dirk Helbing vom Institut für Soziologie der ETH Zürich. "Dadurch haben wir eine stark gekoppelte Welt geschaffen. Das macht uns anfälliger für die globale Ausbreitung von lokalen Krisen."

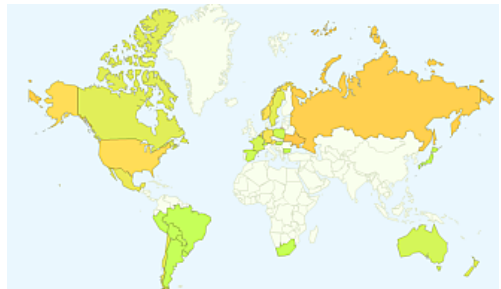
Deshalb führt Helbing eine interdisziplinäre Forschergruppe aus Physikern, Ökonomen, Mathematikern, Soziologen und Klimaforschern an, die einen Lösungsvorschlag anbieten: FuturICT, eine Echtzeitsimulation der Welt, soll die Probleme der heutigen Tagespolitik lösen. Sie soll Entscheidungsträgern dabei helfen vorzufühlen, welche Tragweite ihre Entscheidungen haben könnten.

Drei Säulen

Damit FuturICT funktioniert, müssen drei Instrumente entwickelt werden: Die Datenbasis aller Modelle bildet das so genannte planetare Nervensystem. Es enthält anonymisierte Daten aus sozialen Netzwerken, Messwerte von Umweltsensoren an Bord von Satelliten oder in Smartphones, Informationen aus Ministerien oder von Finanzmärkten. All diese Daten wandern



dann in den Erdsimulator. Er soll nicht einen, sondern viele mächtige Modellierungswerkzeuge enthalten, die von Forschern und allen Interessierten frei genutzt werden könnten. Zuletzt sollen die Ergebnisse einer simulierten Zukunft visuell ansprechend dargestellt werden, damit nicht nur Wissenschaftler sie verstehen und Politiker

**Grippetrend**

Googles Grippe-Trends zeigt in Echtzeit, wie oft das Wort Grippe weltweit Googles Suchmaske eingegeben wird. Damit gehört es zu den offenen Quellen, die der Erdsimulator berücksichtigen soll: Je öfter das Wort in einem Land eingegeben wird, desto mehr Menschen sind dort aller Wahrscheinlichkeit nach von der Infektion betroffen.

Flaggschiff-Initiative

spektrumdirekt stellt Ihnen alle Finalisten in der Bewerbung um die milliardenschwere Förderung im Rahmen der EU-Flaggschiff-Initiative vor.

Mehr zum Thema und alle anderen Beiträge der Serie finden Sie hier: spektrumdirekt.de/flaggschiffe

nach ihnen handeln können.

Dazu sind etwa einfache ökonomische Modelle immer weniger in der Lage: "Im Prinzip sind große Simulationen eher unterentwickelt in den Wirtschaftswissenschaften", urteilt Thomas Lux,

Lehrstuhlinhaber für Geld, Währung und internationale Finanzmärkte an der Universität Kiel. Solche Modelle rechneten vom Verhalten einzelner Akteure am Finanzmarkt auf die ganze Gesellschaft hoch. In den letzten Jahren zeigte sich immer häufiger, dass dieser Ansatz nicht mehr funktioniert. "Es gab eine große methodische Diskussion nach dem Ausbruch der Finanzkrise, die keiner vorhergesehen hat", sagt Thomas Lux.

Solche komplexen Zusammenhänge verspricht der Erdsimulator in Grenzen zu erklären: "Was wir schaffen, sind neue Erkenntnisinstrumente", preist Koordinator Dirk Helbing sein Projekt an. Er hält als theoretischer Physiker eine Professur für Soziologie an der ETH Zürich. Mit FuturICT will er nun auf physikalischen Grundlagen und gemeinsam mit hunderten Forschern ein neues Werkzeug für die Sozial- und Wirtschaftswissenschaften entwickeln "wie man früher Teleskope und Mikroskope geschaffen hat, um Dinge besser zu sehen."

Seine Zuversicht zieht der Projektkoordinator aus der Verkehrsforschung, wo er seine Karriere begann. Hier funktionieren Vorhersagen im Kleinen schon, was der Erdsimulator nun im Großen schaffen soll: Dirk Helbing hatte untersucht, wie sich Verkehrsflüsse mit Hilfe einer lokalen "Selbststeuerung" von Ampeln verbessern lassen. Das überraschende Ergebnis: Versucht jede Ampel für sich durch intelligente Schaltung den Verkehrsfluss zu optimieren, sind die Ergebnisse dürftig. Werden jedoch Kurzzeitprognosen für die Verkehrsströme zwischen den Signalanlagen ausgetauscht, lassen sich viele Staus verhindern. Das kann selbst die Folgen großer Unfälle stark abmildern, indem der Verkehr intelligent über das übrige Straßennetz geleitet wird.

Im richtigen Moment eingreifen

Die größten Probleme im Straßenverkehr wie in der Sozioökonomie entstehen aber, wenn schwere Unfälle einen Dominoeffekt auslösen. Schon 2006 hatte Helbing deshalb untersucht, wie Erdbeben, Pandemien, Hurrikane oder Großfeuer ganze Ereignisketten nach sich ziehen. Durch die beschädigte Infrastruktur werden viele Menschen obdachlos und leben unter hygienisch problematischen Verhältnissen, während die Wirtschaft des jeweiligen Lands unter Umständen zusammenbricht, was zusätzlich zu Plünderungen führen kann.

Mit politischen Entscheidungen im richtigen Moment ließe sich so eine Kette - womöglich - unterbrechen. Dafür müssen Entscheidungsträger jedoch die Kausalitätsketten kennen und verstehen: "Statt der Katastrophe hinterherzulaufen, können Politiker jetzt proaktiv handeln", erläutert Dirk Helbing. Den genauen Zeitplan von Katastrophe und ihren Folgen kann zwar auch der Erdsimulator dann nicht exakt vorhersagen, aber er

kann bestimmte Eintrittswahrscheinlichkeiten liefern. Dadurch lassen sich die Konsequenzen zumindest dämpfen.

Eurostat in Echtzeit

Auf den ersten Blick scheint es, als wolle der Erdsimulator den gesunden Menschenverstand kurzerhand ausschalten und durch eine bessere, scheinbar objektivere Software ersetzen. So weit gehen die Befürworter von FuturICT jedoch nicht. Sie wollen lediglich die Datengrundlage, auf der politische Arbeit schon heute beruht, fit für das 21. Jahrhundert machen.

Schon seit Langem basieren fast alle politische Entscheidungen auf Daten, die von Behörden wie dem statistischen Bundesamt oder von Eurostat kommen. "Sie versuchen statistisch festzuhalten, was Sache ist auf dem Planeten", erläutert Alois Ferscha vom Institut für Pervasive Computing an der Universität Linz. "Diese Daten werden ausgewertet und dann je nach Branche in unterschiedlichen Jahresberichten zusammengestellt." Und gerade das ist nicht mehr zeitgemäß: "Man könnte den Erdsimulator jetzt verstehen als ein Echtzeit-Eurostat, um Politik, Gesellschaft, Kultur und Wirtschaft eine Orientierungshilfe zu geben."

Wackliges Fundament des Weltmodells

Doch bis es so weit ist, müssen große Hürden überwunden werden. Dazu gehört das mathematische Fundament, das noch kräftig wackelt. Denn Interaktionen in der simulierten Weltgesellschaft sind extrem vielschichtig.

"Sie müssen eine Statistik machen mit diesen komplexen Systemen", erläutert Stefan Thurner von der Universität Wien die Probleme. "Die Statistik, die wir von Gauß kennen, funktioniert da nicht mehr." Gerade sich schnell hochschaukelnde Kaskadeneffekte sind analytisch noch schwer zu fassen, weil die notwendigen mathematischen Werkzeuge bislang nur ansatzweise hergeleitet wurden. Es geht um die Ergebnisse von Katastrophen- und Chaostheorie aus dem vergangenen Jahrhundert, die heute in das junge Forschungsfeld komplexer Systeme münden.

Besser erforscht als die dynamischen Interaktionen zwischen den Menschen sind dagegen die riesigen Modellsysteme. Bereits in den 1940er Jahren theoretisch erdacht, können sogenannte agentenbasierte Modelle heute ganze Gesellschaften aus Milliarden Menschen in realistischer Größe simulieren. Dafür hat vor allem die Rechenkapazität der Supercomputer gesorgt.

In den Alltag griffen ihre Simulationsergebnisse auch schon ein: Als etwa im April 2009 die Schweinegrippe H1N1 in den USA grassierte, unterstützten Wissenschaftler vom US-amerikanischen Forschungsprojekt MIDAS (Models of Infectious Disease Agent Study) die überforderten Politiker. Das Programm simulierte anhand einer synthetischen US-Bevölkerung, zu welchem Zeitpunkt sich die Seuche durch gezielte Maßnahmen am wirkungsvollsten eindämmen ließe. Menschen mit vielen Kontakten seien besonders starke Keimverbreiter, sagte das Modell. Deshalb wurden vor anderen Maßnahmen zuerst massenhaft Kinder geimpft und einige Schulen geschlossen. Dennoch waren die meisten Pandemiemodelle bislang nur schwer

mit der Realität in Einklang zu bringen, weil ausreichend Daten fehlten, um die Arbeit der Computer zu unterfüttern.

Die meisten Daten liegen schon herum

Rechenmodelle im luftleeren Raum sind in Zeiten prall gefüllter Speicher aber eigentlich überflüssig. Einen Vorgeschmack liefert die Arbeit von Stefan Thurner, der zurzeit umfangreiche Datenbestände eines komplexen Onlinespiels untersucht. Darin kämpfen 380 000 registrierte Nutzer um die Vorherrschaft in einem fiktiven Universum - im Dienste der Wissenschaft und betrieben von einem Doktoranden. Die Spieler produzieren Güter, handeln, schmieden Bündnisse und führen Krieg, ganz wie in der realen Welt.

"Wenn man Messungen von einer Million Menschen hat, die Abermillionen Entscheidungen treffen, kann man da eine fantastische Statistik machen", erläutert Thurner. "Das war in der Sozialforschung bislang einfach nicht der Fall. Wir können Experimente machen mit einer Statistik, die an naturwissenschaftliche Präzision herankommt."

Noch mehr Erkenntnisse erwarten sich die Wissenschaftler, wenn sie den Erdsimulator auf größere Datenbestände loslassen. Erst als Forschungsflaggschiff könnten sie dafür genügend Rückenwind aus Unternehmen und Politik erhalten. Denn der Zugriff auf Daten ist für Wissenschaftler bis heute schwierig. Besonders in der Finanzwelt: "Börsenkurse kriegt man ganz gut", sagt Thurner. "Optionskurse und Derivatkurse kosten aber zum Teil so viel, dass kein Forscher der Welt sich das leisten wird."

Daneben soll FuturICT lediglich das miteinander vernetzen, was sowieso frei herumliegt: die unzähligen Bibliotheken im Netz, deren Zahl ständig wächst. Allein 70 wären schon heute interessant für die Forscher, darunter die Verkehrsdaten des Schweizer Bundesamts für Straßen, Googles landesspezifische Auswertung für das Suchwort "Grippe" oder die Menge an US-Rohstoffen und -Gütern, die auf Frachtschiffen transportiert werden.

Was Echtzeitdaten aus sozialen Netzwerken angeht, ist den Wissenschaftlern dagegen klar: FuturICT muss im nächsten Jahr nicht nur die Europäische Union überzeugen. Sie werden auch eine gesellschaftliche Debatte in Gang setzen müssen, ob unsere Daten nur Konzernen wie Facebook und Google dienen oder auch die Wissenschaft unterstützen dürfen, wenn sie verantwortungsvoll mit ihnen umgeht.

Am Ende dieses Prozesses sieht Koordinator Dirk Helbing nicht weniger als eine bessere und sicherere Welt. Denn er möchte die komplexen Modelle so anschaulich darstellen, dass sie jeder versteht: die Auswirkungen eines Tsunamis im japanischen Meer genauso wie die Folgen unseres Lebensstils auf die Umwelt. Vielleicht hilft es ja.

Karl Urban

Der Autor ist freier Wissenschaftsjournalist in Heidelberg.

