QUANTENSPRUNG

Regen, Regeln und renitente Rentner

Eine nicht repräsentative Umfrage unter den ausländischen Mitarbeitern meines Labors führt einem wieder einmal vor Augen, was anders ist in Deutschland. So fielen meinen australischen, kanadischen und japanischen Mitarbeitern folgende Dinge auf: Hundesteuer, Kindergeld, Kirchensteuer, Elternzeit, GEZ, Ordnungsamt, Meldepflicht, Personalausweis, Kehrwoche, Schornsteinfeger, kein Service, Dienstreiseantrag sowie Wohnungen ohne Kücheneinrichtung. Besonders eine Erfahrung gilt als wirklich typisch deutsch: gegenseitiges Belehren und Kontrollieren – und beispielsweise nachts bei roter Fußgängerampel auf verkehrsloser Straße warten.

Auch im Unileben ist hier vieles anders und (noch) nicht auf Internationalität ausgelegt. Forscher von außerhalb des Systems sind nicht vorgesehen: Alle Formulare sind auf Beamtendeutsch, und die meisten Angestellten sprechen nicht gut genug Englisch, um die Neuen einzuweisen.

Als besonders schlimm empfinden meine ausländischen Mitarbeiter übrigens renitente Rentner, die

AXEL MEYER
Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz

einen unaufgefordert belehren, welche Regel man gerade gebrochen hat. Sie alle erzählen Anekdoten dieser Art, mal amüsante, mal einfach nur unverschämte und peinliche. Ein Land von 80 Millionen Hobbypolizisten, so werden wir gesehen.

Es gibt aber auch viel Bewundernswertes an Deutschland – Busse fahren beispielsweise auf die Minute genau, es ist sauber und sicher, und das Gesundheitssystem ist super. Und Helen aus dem von Dürre geplagten australischen Brisbane sagte enthusiastisch: „It rains! Yeah!“

wissenschaft@handelsblatt.com

Die 100 ersten „Quantensprünge“ von Axel Meyer sind jetzt als Buch erschienen. Die beliebte wöchentliche Handelsblatt-Kolumne ist der Beleg dafür, dass Wissenschaft uns alle angeht. Als Evolutionsbiologe weiß Meyer zum Beispiel, warum das Geschenkverhalten zu Weihnachten exakt dem Grad der genetischen Verwandtschaft und evolutionären Fitness entspricht. Er nimmt aber auch zu gesellschaftlichen und vor allem forschungspolitischen Fragen offen Stellung und legt sich dabei gerne mit Gleichstellungsbeauftragten und anderen Universitäts-Bürokraten an.

AXEL MEYER:
Evolution ist überall
Böhlau Verlag, Wien 2008, 157 Seiten, 19,90 Euro

Der fast perfekte Dienstplan

Schichtdienste effizient zu organisieren gehört zu den schwierigsten Problemen der Informatik

CLAUDIA WESSLING | DÜSSELDORF

Morgens um halb drei klingelt Monikas Wecker. Die 25-jährige Flugbegleiterin fliegt mit der Sechs-Uhr-Maschine nach Palma de Mallorca, erst am Abend wird sie wieder an ihrer Heimatbasis Düsseldorf sein. Nach zwei freien Tagen wird sie vier Tage lang nach München fliegen, danach ist Monika auf der Langstrecke nach Bangkok eingeteilt. Ihre Dienstplanwünsche gibt die Stewardess im Intranet ihres Arbeitgebers ein. Doch da sie erst kurz im Job ist, muss sie oft zurückstehen: Altgediente und ranghöhere Kollegen werden bevorzugt.

Das Arbeiten über den Wolken verlangt den Besatzungen viel Stressresistenz ab – ihre Flug- und Dienstpläne bereiten derweil den Experten am Boden Kopfzerbrechen. Längst wird nicht mehr mit Papier und Bleistift, sondern mit mächtigen Algorithmen festgelegt, welches Flugzeug mit welcher Besatzung wohin fliegt. Die Aufgabe sei „derart groß, dass wir sie selbst mit sehr leistungsstarken Rechnern nur für sehr kleine Fluggesellschaften exakt lösen“, sagt Uwe Schelten, promovierter Mathematiker und Leiter eines zwölfköpfigen Teams für Optimierung bei Lufthansa Systems, einem auf IT-Dienstleistungen spezialisierten Tochterunternehmen der Lufthansa. „Die große Komplexität entsteht auch durch die vielen Regeln, die beachtet werden müssen.“ Wie lange kann ein einzelnes Flugzeug in der Luft sein, wie viele Stunden darf ein Mitarbeiter maximal arbeiten, welche Ruhezeiten sind einzuhalten?

Wie man einen Dienstplan macht, der gleichzeitig Kosten spart und die Mitarbeiter zufrieden stellt, beschäftigt alle Branchen, in denen im Schichtdienst gearbeitet wird. IT-Anbieter schnüren inzwischen maßgeschneiderte Softwarepakete für Dienste in Krankenhäusern und 24-Stunden-Supermärkten oder die Unterrichtsplanung in Schulen. In der Luftfahrtbranche ist rund um das sogenannte Crew-Management eine wahre Optimierungsindustrie entstanden. Das von Schelten und seinen Kollegen bei Lufthansa Systems entwickelte Programmpaket NetLine, mit dem Flug- und Dienstpläne errechnet werden, setzen weltweit rund 60 Fluggesellschaften ein, darunter kleine Anbieter wie die Lufthansa-Tochter City Line mit etwa 70 Flugzeugen und größere Unternehmen wie Air Canada mit mehr als 340 Maschinen und Tausenden Piloten und Flugbegleitern.

Mathematisch gesehen gehört die Dienstplanung zur Klasse der Scheduling-Probleme, die wegen der extrem hohen Zahl an beteiligten Parametern und Kombinationsmöglichkeiten als schwer bis gar nicht lösbar gelten. Der Erforschung solcher Fragen widmet sich die Komplexitätstheorie, die seit dem Aufkommen leistungsstarker Computer in den vergangenen drei Jahrzehnten in Mathematik und Informatik einen Boom erlebt. „Wir klassifizieren Probleme in solche, die man schnell berechnen kann, und solche, für die es wahrscheinlich keinen schnellen Algorithmus gibt“, sagt Mathematikprofessor Rolf Möhring, Leiter der Arbeitsgruppe Kombinatorische Optimierung an der Technischen Universität Berlin.

Fotos: ullstein - Remus, Fritz; Pressefoto

Dienstplan alter Schule: Im Restaurant „Aschinger“ in Berlin wurde in den 60er-Jahren noch handschriftlich geplant.

Die praktische Unmöglichkeit, einen optimalen Dienstplan zu schreiben, rührt an eines der sogenannten Millenniumsrätsel, für dessen Lösung das Clay Mathematics Institute in den USA eine Million Dollar ausgelobt hat: das „P=NP“-Problem. „P“ steht für deterministisch polynomiell, „NP“ bedeutet nichtdeterministisch polynomiell. „Dienstplanung ist ein NP-schweres Problem“, sagt Möhring.

Die Begriffe beziehen sich auf den Rechenzeitaufwand: Ein NP-schweres Problem ist mit der bekannten Computerarchitektur nicht in einer realistischen Zeitspanne zu lösen, und daran werden schnellere Prozessoren allein nichts ändern. „Wenn ein normaler Rechner noch einen Plan mit 50 Flugbegleitern löst, würde ein hundertmal so schneller Rechner vielleicht nur einen mit 57 Leuten errechnen“, beschreibt Möhring den exponentiellen Anstieg des Rechenaufwands.

Bisher kann man nur vermuten, dass es für NP-schwere Probleme keine Verfahren für eine effiziente Lösung gibt. Klarheit würde ein Beweis erbringen, der zeigte, dass die Komplexitätsklassen P und NP verschieden sind – doch das bleibt eines der größten ungelösten Probleme der Mathematik und Informatik.

Damit in der Praxis trotzdem brauchbare Dienstpläne herauskommen, bedienen sich Optimierer wie Möhring und Schelten diverser Tricks. Sie versuchen, die komplexen Probleme zu entwirren und sich über Teillösungen dem Optimum zu nähern. Für die Suche nach lokal perfekten Lösungen gibt es zahlreiche schnelle Algorithmen.

„Wir versuchen, die kombinatorische Explosion zu vermeiden“, erläutert Möhring, dessen 15-köpfige Arbeitsgruppe in Zusammenarbeit mit der Industrie Fahr- und Dienstpläne, den schienengebundenen Verkehr oder Produktionsprozesse in Fabriken optimiert. Mit ihrem speziellen Know-how können die TU-Forscher auch berechnen, wie weit ihre Näherung von der bestmöglichen Lösung entfernt ist. Eine zunehmend nachgefragte Fähigkeit, wie Möhring aus Scheduling-Projekten mit der unter besonders starkem Kostendruck stehenden Stahlindustrie weiß.

Die Optimierer bei Lufthansa Systems errechnen zunächst die Flugumläufe, durch die sie Flüge und Ruhezeiten der Crews bestimmen. Erst im zweiten Schritt geht es um die konkrete Zuteilung der Dienste an das Cockpitpersonal und die Flugbegleiter verschiedenen Ranges. „Wir streben danach, die Einsatztage, Transporte und Hotelstopps der Crews zu minimieren“, erklärt Schelten. Durch den Einsatz ihrer Software verspricht Lufthansa Systems ihren Kunden Einsparmöglichkeiten von bis zu zehn Prozent. Doch in die Zielfunktion, die formuliert, was eigentlich optimiert werden soll, fließen neben der vorrangigen Kostenminimierung auch Nebenbedingungen wie etwa Dienstplanwünsche der Mitarbeiter ein.

Ein „heißes Thema“ für die Zukunft sei die Frage nach der „Robustheit“, erläutert Schelten. Bis wohin kann und darf man die zeitlichen Puffer verkleinern, die in der Praxis noch dafür sorgen, dass ein Plan auch bei unvorhergesehenen Pannen oder Verspätungen nicht zusammenbricht? Angesichts der immer komplexeren Scheduling-Probleme vor allem in Industrieprozessen brauche die Optimierung ein breites Methodenspektrum, sagt Möhring. Stochastik zum Beispiel werde immer wichtiger, wenn es darum gehe, Prognosen für Kundenbestellungen in einem Produktionsplan einzukalkulieren.

Der klassische Dienstplaner etwa im Krankenhaus sei allerdings meist mit den marktgängigen Lösungen zufrieden und wolle gar nicht hören, dass es theoretisch noch besser gehe. „Für viele ist es schon ein gewaltiger Fortschritt, wenn sie ihren Plan grafisch darstellen können und sofort sehen, wo es Kollisionen gibt.“

forward

Text weiterleiten: Mail an **forward@handelsblatt.com** Betreff: **Dienstplan** (Leerzeichen) **9** (Leerzeichen) **Mailadresse des Empfängers**

Evolutionsmodell erklärt die Homosexualität

Schwule Männer verschaffen Frauen einen Vorteil

TINKA WOLF | DÜSSELDORF

Ein bekanntes Evolutionsmodell könnte erklären, warum Männer schwul werden. Das berichtet ein italienisches Forscherteam im Online-Magazin „PLOS One“.

Das Phänomen der männlichen Homosexualität ist eigentlich ein „Darwin'sches Paradox“, wie die Forscher um Andrea Camperio Ciani von der Universität Padua schreiben. Nach Darwin setzen sich in der Evolution nämlich jene Eigenschaften durch, die ihrem Träger einen Überlebensvorteil verschaffen und deshalb öfter vererbt werden. Schwule Männer jedoch zeugen für gewöhnlich keine Kinder und geben daher ihre Gene selten weiter – trotzdem hält sich die Homosexualität seit Jahrtausenden im Genpool.

Dieser Widerspruch bereitet Evolutionsbiologen schon seit langem Kopfzerbrechen. Dass die sexuelle Vorliebe eine genetische Komponente hat, gilt als weitgehend gesichert. Außerdem scheinen Frauen, die mit homosexuellen Männern verwandt sind, überdurchschnittlich fruchtbar zu sein – dieser Zusammenhang gilt aber nur für Verwandtschaften in der mütterlichen Linie.

„Man hat schon mit einer ganzen Reihe von Hypothesen versucht, diese Daten zu erklären“, schreiben Ciani und seine Kollegen. „Doch bisher fehlt eine zufriedenstellende Deutung.“

Die Forscher prüften deshalb, ob eines der vielen bestehenden Evolutionsmodelle das Phänomen Homosexualität erklären kann – und sie wurden fündig: Mit dem Modell der „sexuellen antagonistischen Selektion“ konnten sie die Existenz männlicher Homosexualität und die Fruchtbarkeit der verwandten Frauen unter einen Hut bringen.

Das Modell besagt, dass genetische Faktoren sich in einer Population halten können, wenn sie einem Geschlecht einen Vorteil verschaffen. Nachgewiesen wurde diese Art der Auslese zum Beispiel für Hirsche: Die stärksten Männchen zeugten die schwächsten Töchter, während ihre Söhne vom väterlichen Erbgut profitierten.

Bei Menschen würden laut Ciani zwei Gene ausreichen – eines von ihnen müsste auf dem X-Chromosom liegen –, um zu erklären, warum Männer schwul werden: Dieselben Gene, die ihre Neigung zu anderen Männern bestimmen, sorgen demnach dafür, dass die Frauen aus derselben mütterlichen Vererbungslinie überdurchschnittlich fruchtbar sind. Anders als bei den Hirschen wäre in diesem Fall also das weibliche Geschlecht im Vorteil.

Zwillingssterne sind doch nicht identisch

Unterschiede in Größe und Alter der Sterne entdeckt

DÜSSELDORF. Das jüngste bekannte Paar von Zwillingssternen, gelegen im 1500 Lichtjahre entfernten Orion-Nebel, ist kein echtes Zwillingspaar. Zumindest wurden die beiden Sterne nicht gleichzeitig geboren, behaupten Forscher in „Nature“.

Die Astronomen von der Vanderbilt-University in Nashville, Tennessee, haben die jungen Doppelsterne genau untersucht und festgestellt, dass sie zwar die gleiche Masse haben, aber unterschiedlich hell und heiß sind – und womöglich sogar unterschiedlich groß. „Die einfachste Erklärung für diese Unterschiede ist die, dass einer der beiden Sterne etwa 500 000 Jahre vor seinem Zwilling entstanden ist“, sagt Keivan Stassun, der die Studie geleitet hat.

Bisher hatte man beide Sterne des Zwillingspaares auf ein Alter von etwa einer Million Jahre geschätzt. Gemessen an der Lebensspanne von Sternen, die gut 50 Milliarden Jahre betragen kann, sind die Zwillinge im Orion-Nebel also noch echte Neugeborene. Solche jungen Sternsysteme nutzen Astronomen, um etwas über die Entstehung und Alterung von Sternen zu erfahren. Zwillingssterne kreisen nämlich umeinander; vom irdischen Standpunkt aus betrachtet, überdecken sie sich dabei von Zeit zu Zeit, wenn ihre Bahnen sich kreuzen.

In solchen Momenten verändert sich die Helligkeit des Doppelsternsystems. Aus diesen periodisch auftretenden Veränderungen können die Astronomen zum Beispiel die Masse der Zwillingssterne ableiten – auch ohne die beiden Himmelskörper wirklich sehen zu können. „Neu gebildete Doppelsterne sind die Rosetta-Steine des Universums: Sie erzählen uns etwas über das Leben und die Geschichte junger Sterne“, sagt Stassun. Wenn er mit seiner Vermutung recht behält, dass die Zwillinge im Orion-Nebel unterschiedlich alt sind, müssen die bisherigen Schätzungen zu Masse und Alter Tausender junger Sterne wohl noch einmal überdacht werden.

Bis zu 20 Prozent könnte die Abweichung bei normalen jungen Sternen betragen, bis zu 50 Prozent bei Sternen mit geringer Masse, sogenannten Braunen Zwergen, vermutet Stassun. Denn die Schätzungen beruhen auf Modellen, die aus Messungen an Doppelsternsystemen abgeleitet wurden. Und für die galt bisher die Annahme, dass die Zwillinge zur selben Zeit geboren wurden. Auch die Theorien zur Entstehung von Sternen – ob Einzel- oder Doppelstern – müssen also überdacht werden, wenn die Zwillinge gar keine echten Zwillinge sind. *tiw*

UNSERE THEMEN

MO ÖKONOMIE
DI ESSAY
MI GEISTESWISSENSCHAFTEN
DO NATURWISSENSCHAFTEN
FR LITERATUR

JETZT AM KIOSK!

Die Geburt der modernen Medizin

Von der Pest im Spätmittelalter über die Anfänge der Individualpsychologie bis hin zur Entdeckung der Zellen und Bakterien im 19. Jahrhundert. ZEIT GESCHICHTE gibt einen Überblick über mehr als ein halbes Jahrtausend abendländischer Medizingeschichte.

Unter anderem mit:

- dem Schriftsteller und Publizisten Richard David Precht über das »Rätsel Mensch – Von René Descartes bis Robert Koch«
- ZEIT-Autor Christoph Dieckmann, der auf die Vergangenheit und Gegenwart der Berliner Charité blickt
- dem Molekularbiologen Jens Reich in einem Interview über den Mythos vom Halbgott in Weiß und die Ethik in der Medizin

Sie möchten alle Ausgaben von ZEIT GESCHICHTE frei Haus erhalten und statt € 4,80 im Einzelverkauf nur € 4,25 pro Heft bezahlen?
Dann rufen Sie gleich an unter Tel. 0180 – 52 52 909* oder schreiben Sie an abo@zeit.de
*14 Cent/Min. aus dem deutschen Festnetz, Mobilfunkpreise können abweichen.

ZEIT Geschichte

© Handelsblatt GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Zum Erwerb weitergehender Rechte wenden Sie sich bitte an nutzungsrechte@vhb.de.