

QUANTENSPRUNG

Madagaskar (Teil 2) - Invasionen

Der zweite Bericht von der Pirateninsel handelt von der Beziehung zwischen Mensch und Tier, die schon immer eine schwierige war: Der Mensch siegt immer und zerstört dabei oft, was er liebt und was ihn erhält. Die Fauna und Flora von Inseln ist oft einzigartig. Das macht sie besonders wertvoll, aber oft auch besonders empfindlich gegen die Invasion fremder Arten. Ganz besonders schädlich ist der Mensch. Aber auch Ratten, Ziegen, Tilapias, Katzen und viele andere gewollt oder ungewollt eingeführte Arten haben zur Ausrottung der einheimischen beigetragen.

Die menschliche Besiedlung der Pfefferinsel fand wohl erst recht spät statt, obwohl Vazimba genannter Ureinwohner zu finden sind. Nachdem Homo sapiens vor etwa 2 000 Jahren aus Indonesien und Malaysia angekommen war, später auch Afrikaner und Araber, starben bald die auffälligsten Arten der Megafauna aus - zum Beispiel die vier oder fünf Arten der flugfähigen Elefantenvögel: mit 500 Kilogramm Gewicht und über drei Meter Höhe vielleicht die größten Vögel, die je auf dem Planeten lebten. Ein ähnliches Schicksal widerfuhr den Moas, den Riesenvögeln Neuseelands. Übrig blieben nur wenige Skelette und Rieseneier - in Museen. Auch das Minifluffpferd und die gorillagroßen Riesenlemuren wurden schon von den ersten Europäern, die vor 500 Jahren erfolgreich Piratenbasen etablierten, nicht mehr gesehen.

Die französischen Kolonialherren leisteten mit dem Bau der Eisenbahnen ihren Teil zur Erschließung des Landes und damit der umfangreichen Abholzung. Heute ist das Hochplateau fast vollkommen baumlos, und jeder brauchbare Quadratmeter wird zum Anbau von Reis genutzt. Den 17 Millionen Einwohnern Madagaskars mit einem durchschnittlichen Jahreseinkommen von nur 218 Euro kann man kaum einen Vorwurf machen - sie brauchen Holzkohle zum Kochen und Holz zum Bauen.

Übrig sind heute nur noch Waldfragmente und wenige Nationalparks für die einzigartige Fauna Madagaskars - Dutzende Arten von Lemuren, Chamäleons, Gekkos und Hunderte von Fröschen. Sehr viele sind noch nicht einmal wissenschaftlich bekannt, so dass sie weder in Büchern stehen noch in Zoos überleben können. Doch ihr Wald wird gerodet, so dass die rote Erde Madagaskars zum Vorschein kommt, die dann ungehindert mit den Flüssen ins Meer fließt. Wenn in den nächsten Jahren nicht radikal die Umwelt geschützt wird - dies wird nur mit internationaler Hilfe, Ökotourismus wie in Costa Rica und der Einbindung der lokalen Menschenpopulation gehen -, dann wird diese einzigartige Fauna bald das Schicksal der Elefantenvögel ereilen. Unsere Kinder würden dann viele Tiere und Pflanzen nicht einmal aus Büchern oder Zoos kennen - die Welt wäre ein großes Stück ärmer.

wissenschaft@handelsblatt.com

Der Mensch - das emotionale Wesen

Mit bildgebenden Verfahren sehen Neurologen, wie das Gehirn wirtschaftliche Entscheidungen fällt

ULRICH KRAFT | DÜSSELDORF

Angenommen, Sie sitzen beim Italiener, vor Ihnen die Speisekarte mit 15 Gerichten. Die berühmte Qual der Wahl. Also schauen Sie sich die Preise an, setzen sie in Beziehung zum Kaloriengehalt und berechnen, wo Sie am meisten Nährwert pro Euro bekommen. Die Tatsache berücksichtigt, dass viel Fett ungesund ist, bestellen Sie schließlich ein Nudelgericht mit einer leichten Tomatensauce aus dem unteren Preissegment, Beilagensalat inbegriffen. Dann haben Sie so gehandelt, wie Ökonomen es erwarten. Sie haben die Fakten rational abgewogen. Tatsächlich aber bringt der Ober Scaloppine mit Steinpilz-Sahne-Sauce, und Sie freuen sich schon jetzt auf das cholesterinreiche Tiramisu, das Sie sich mit ihrem Herzblatt teilen, weil Sie den gemeinsamen Genuss lieben.

Ihr Arzt wird davon ebenso wenig begeistert sein wie die Ökonomen. Denn Sie haben gegen eine in der Wirtschaftslehre weit verbreitete Vorstellung verstoßen: Entscheidungen sind eine Sache der Vernunft. Börsenentwicklung, Investitionsverhalten, Arbeitsmarkt, all das erklärt die Ökonomie mit dem Idealbild des kühlen Kalkulators, für so Diffuses wie Gefühle oder „Bauchschmerzen“ bleibt kein Platz. Peter Kenning sieht das anders, auch wenn er den Homo oeconomicus nicht ganz verdammen möchte: „Das Modell passt zu den Ergebnissen mancher spieltheoretischer Versuchsanordnungen im Labor“, sagt der Wirtschaftswissenschaftler von der Uni Münster. „Im normalen Leben jedoch spielen Emotionen bei fast allen Entscheidungsprozessen eine ganz wichtige Rolle.“

Unvernünftige Entscheidungen

Ob Kaloriensünden im Restaurant oder kollektive Panikverkäufe an der Börse, die Realität zeigt, dass der Mensch keine Rechenmaschine ist. Diese Einsicht hat sich bereits durchgesetzt, doch nun erkennen Neuroökonomien wie Peter Kenning die naturwissenschaftlichen Grundlagen dieser Tatsache. Kenning untersucht mit neurowissenschaftlichen Methoden wie der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT), was in unserem Gehirn passiert, wenn wir ökonomische Entscheidungen fällen. Das Verfahren macht fortlaufend und in Echtzeit sichtbar, welche Hirnareale dann gerade besonders aktiv sind und welche nicht.

Die so gewonnenen Erkenntnisse belegen, dass der Homo oeconomicus eine Fiktion ist. Denn an Stelle der fürs rationale Denken zuständigen Hirnrinde halten bei Entscheidungsprozessen oft andere, primitivere Strukturen das Zepter in der



Da fällt die Entscheidung schwer: Edouard Tapissier (1861-1943) malte 1909 „Buridans Esel“, der ebenso unentschieden ist wie sein Reiter.

Hand. Das zeigt Alan Sanfey's fast schon legendäres, 2003 in „Science“ veröffentlichtes Experiment. Er führte das berühmte „Ultimatum Game“ mit neurologischen Untersuchungsmethoden durch: Zwei Probanden, die sich nicht kennen, sollen zehn Dollar aufteilen. Einer erhält die ganze Summe als Startkapital und entscheidet, wie viel er dem anderen abgeben möchte. Akzeptiert er, bekommt jeder seinen Teil. Lehnt er ab, gehen beide leer aus.

Logisch und vernünftig wäre, in jedem Fall das Angebot anzunehmen, schließlich ist ein Dollar immer noch besser als keiner. Doch die Theorie erwies sich im Labor an der Princeton-Universität als grau. Wenn die Versuchsteilnehmer den Betrag als zu niedrig erachteten, schlugen viele das Angebot ganz aus. Wie die fMRT-Bilder zeigten, wird die Angelegenheit im Wettstreit verschiedener Hirnregionen entschieden. Bei den zufriedenen Empfängern waren vor allem Teile des präfrontalen Cortex (PFC) aktiv. Dieses Areal gilt als Sitz der Vernunft, hier wird eine Handlung rational abgewogen. Je schlechter die Offerten ausfielen, desto mehr geriet der PFC aber ins Hintertreffen. Stattdessen wuchs die Erregung in der so genannten Insel. „Das weist darauf hin, dass Emotionen in einen Entscheidungsprozess integriert werden“, sagt Kenning. Allerdings wohl keine angenehmen, denn die Inselregion ist auch

GIBT ES EINEN FREIEN WILLEN?

Eine alte Frage

Philosophen beschäftigten sich - ohne die Funktionsweise des Gehirns zu kennen - seit der Antike mit der Frage, wie wir entscheiden und ob wir dabei nach freiem Willen handeln. Die Stoiker etwa waren - wie heutige Hirnforscher - von der Bestimmtheit der Entscheidungen überzeugt (Determinismus). Demnach erfolgt alles vermöge eines unveränderlichen

Zusammenhangs von Ursache und Wirkung. Für die Existenzialisten dagegen gestaltet der Mensch sich selbst durch freie Akte. Karl Jaspers etwa sagt: „Ich selbst bin die Freiheit.“

Buridans Esel

Das dem Scholastiker Jean Buridan zugeschriebene Gleichnis zeigt die Unmöglichkeit einer logischen Entscheidung bei gleichwertigen Lösun-

gen. Ein Esel steht zwischen zwei gleichen Heuhaufen. Er verhungert schließlich, weil er sich nicht entscheiden kann, welchen er fressen soll. Der „Esel“ ist wohl eine Zutat von Buridans Gegnern. Das Argument selbst stammt schon von Aristoteles. In Literatur und Kunst steht das Gleichnis oft für Dreiecksbeziehungen, wo die Entscheidung für einen Partner schwer fällt.

dann aktiv, wenn wir uns ekeln oder von etwas abgestoßen fühlen. „Unfaire Angebote triggern offenbar eine emotionale Reaktion, die wir als unangenehm empfinden“, sagt er. „Ja, Geld ist gut“ versus „Äh, der Kerl behandelt mich mies“ - in diesem Widerstreit befindet sich das Gehirn. Und da Gefühle den Kampf nicht nur begleiten, sondern auch entscheiden können, tut der Mensch oft das, was ihm nicht nutzt. Zwar ging es bei Sanfey's Experiment nur um zehn Dollar, Neuroökonomien sind aber sicher, dass die Macht gleichweise primitiver Hirnregionen bei deutlich größeren wirtschaft-

lichen Transaktionen ebenso groß ist. „Für den Menschen ist das moderne Wirtschaftsleben in mancherlei Hinsicht so, wie es für einen Affen wäre, ein Auto zu fahren“, sagt Colin Camerer vom California Institute of Technology (Caltech).

Dass vor allem bei impulsiven Entscheidungen die Gefühle den fürs abstrakte Denken zuständigen Teil des Gehirns überstimmen können, zeigt ein Experiment amerikanischer Forscher. 14 Probanden standen vor der Wahl: 20 Dollar sofort oder 23 in vier Wochen. Die Aussicht auf das schnelle Geld ging mit einer Erregung des limbischen Systems

einher. Widerstanden die Teilnehmer der Versuchung und entscheiden sich, auf den größeren Betrag zu warten, registrierten die Hirnscans besonders starke Aktivitätsanstiege im präfrontalen Cortex. „Offenbar haben Konsumenten zwei konkurrierende ökonomische Wertesysteme“, interpretiert Mitautor David Laibson aus Harvard. „Obwohl unser logisches Gehirn weiß, dass wir für die Rente sparen sollten, möchte das emotionale Gehirn lieber sofort die Kreditkarte ausreizen.“

Kenning hält diese „zeitliche Inkonsistenz“ für ein wichtiges Forschungsfeld wegen ihrer volkswirtschaftlichen Relevanz. „Versteht man, warum Menschen einen so starken Impuls zur Gegenwart haben, könnten sich Wege finden lassen, diesen Impuls zu unterdrücken.“ Denn der Drang zum Jetzt stellt den Blick für die Zukunft. Stichwort Altersvorsorge. Das Problem ist, dass wir uns in jungen Jahren, also wenn wir die Entscheidung für eine Rentenversicherung fällen sollten, nicht vorstellen können, wie es ist, alt zu sein. „Das Erfahrungswissen fehlt, und deshalb bleibt die Altersvorsorge höchst abstrakt“, erklärt Kenning. „Normale Menschen neigen aber nicht dazu, mit etwas Abstrakterem wie Wahrscheinlichkeiten umzugehen, das Gehirn hat eine Tendenz zu konkreten Dingen, zum Hier und Heute.“ Auch wenn sich dies als irrational und unvorteilhaft erweist.

GRÜNDERSZENE

Pieris Proteolab

Ein Schmetterling ist der i-Punkt im Logo der Biotech-Firma Pieris Proteolab AG. Das Logo, die Firma und die Technologie sind Arne Skerras Werk. Er ist Professor für Biologische Chemie an der Technischen Universität München. Sein Lehrstuhl liegt auf dem Life Science Campus in

Freising-Weihenstephan. Der Pieris-Firmensitz ist in ungefähr zehn Minuten zu Fuß zu erreichen. Hier ist er Aufsichtsrat und Berater. „2000 nahm ich an dem Münchener Business-Plan-Wettbewerb teil, gewann dabei drei Mitsreiter hinzu und errang am Ende den ersten Preis“, erzählt der Gründungsvater. Ei-

ner der Mitgründer ist sein ehemaliger Mitarbeiter und der jetzige Forschungsvorstand Steffen Schlehner. Seine Vision ist, „zu erleben, wie eine zunächst abstrakte Idee aus dem Protein-Design zu einem Medikament wird, das Menschenleben rettet“. Skerra suchte nach Alternativen zu den kompliziert aufge-

bauten Antikörpern. Kleinere und robustere Biomoleküle waren sein Ziel. So fand er ein Lipocalin-Protein eines Schmetterlings, des Großen Kohlweißlings (Pieris brassicae). Der Lipocalin-Familie ist eine verwandte Struktur gemeinsam, ob im Insekt oder im Menschen: die kelchförmige Bindungstasche. Die

Chemiker verändern ihre Eigenschaften so, dass Rezeptoren auf Zelloberflächen gezielt erkannt und gebunden werden. Die so hergestellten Proteine taufte Skerra „Anticaline“. Um daraus Medikamente zu entwickeln, gründete Skerra Pieris. Neben Entzündungshemmern sind Wirkstoffe für

die Krebstherapie im Fokus. Große Hoffnung setzt Skerra auf „OncoCal 1“: Das Anticalin soll verhindern, dass aktivierte Immunzellen zu früh abschalten. Das länger aktivierte Immunsystem erkennt dann besser Tumoren. | Sylvia Feil

Nächste Woche: Evologics

Physiker fordern Sonnenkraftwerke

Studie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft: Atomausstieg nach Plan macht Anstrengungen zum Klimaschutz sinnlos

FERDINAND KNAUSS | MÜNCHEN

Die auf der Jahrestagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vorgestellte Studie „Klimaschutz und Energieversorgung in Deutschland 1990 - 2020“ unter Federführung von Walter Blum, Professor am Max-Planck-Institut für Physik, kommt zu einem erschütternden Urteil über Deutschlands Anstrengungen im Klimaschutz. Das Ziel einer



Solarthermisches Kraftwerk mit Parabolrinnen-Technologie.

25-prozentigen Minderung der Treibhausgas-Emission zwischen 1990 und 2005 sei weit verfehlt worden: „Die zweieinhalbfache Minderungsrate pro Jahr hätte man gebraucht.“

Die künftige Energiepolitik benötigt eine breite Basis. Die Studie be-

tonnt die Bedeutung der Abscheideung von CO₂ bei fossilen Kraftwerken, die bereits in der Energiepolitik etabliert ist. Zusätzlich aber fordern die Physiker das Weiterlaufenlassen der Kernkraftwerke und die Errichtung solarthermischer Kraftwerke

im Süden Europas und in Nordafrika. „Vom physikalisch-technischen Gesichtspunkt aus gibt es keinen Zweifel daran, dass solarthermische Kraftwerke im Süden eine der besten Optionen für die Bereitstellung der benötigten großen Mengen CO₂-freien Stroms darstellen. Die Markteinführung sollte energisch in Angriff genommen werden.“

Wenn, wie von der vorigen Bundesregierung beschlossen, die Kernkraftwerke abgeschaltet und durch fossile Kraftwerke ersetzt würden, bedeute dies ein Plus von 112 Mill. Tonnen CO₂-Ausstoß jährlich. Damit würden die über den bisherigen Trend hinausgehenden Reduktionsmöglichkeiten durch erneuerbare Energien, modernere fossile Kraftwerke und alternative Treibstoffe im Verkehr mehr als zunichte gemacht.

Wo H5N1 nistet

Vogelgrippevirus bevorzugt tiefe Lungenregionen

DÜSSELDORF. Forscher haben eine mögliche Ursache gefunden, warum das gefährliche Vogelgrippevirus H5N1 nur selten von Mensch zu Mensch übertragen wird. Während menschliche Influenzaviren bevorzugt Zellen der oberen Atemwege befallen, nisten sich die Erreger der Vogelgrippe vor allem in den tiefen, feinsten Lungenverzweigungen ein, wie zwei Gruppen aus Japan, den USA und den Niederlanden berichten. Dies bedeute, dass ein Infizierter das Virus weniger leicht durch Husten oder Niesen verbreite.

Menschen- und Vogelgrippeviren docken an leicht verschiedenen Molekülvarianten auf der Oberfläche von Atemwegzellen an, berichtet Kyoko Shinya von der Universität von Wis-

consin in Madison in „Nature“. Beim Menschen findet sich die von den Vogelgrippe-Erregern bevorzugte Variante vor allem in den tief liegenden Lungenbläschen (Alveolen). Ähnlich sieht es auch bei Mäusen, Frettchen, Makaken und Hauskatzen aus, wie ein niederländisches Team um Ab Osterhaus und Thijs Kuiken von der Erasmus-Universität Rotterdam in einer Online-Vorabmeldung der Zeitschrift „Science“ berichtet. Der Virenbefall nahm bei diesen Säugtieren kontinuierlich vom tiefen Lungentrakt zur Luftröhre hin ab. Vor allem bei Katzen ähnele das Infektionsmuster demjenigen bei Menschen. Sie seien daher wohl die besten Modellorganismen für H5N1-Infektionen bei Menschen. dpa

UNSERE THEMEN

- MO ÖKONOMIE
- DI ESSAY
- MI GEISTESWISSENSCHAFTEN
- DO NATURWISSENSCHAFTEN
- FR LITERATUR

Experten streiten über kalte Fusion

HAIKO LIETZ | DÜSSELDORF

Derzeit tobt unter Physikern ein öffentlicher Disput über die „Bläschchenfusion“, die mit der „kalten Fusion“ oft in einem Atemzug genannt wird, da beide ohne viel Aufwand Fusionsenergie versprechen. Rusi Taleyarkhan von der Purdue-Universität in Indiana behauptet, die Fusion von Wasserstoffatomen erreicht zu haben, indem er das Lösungsmittel Aceton, nachdem dessen Wasserstoffatome durch Deuterium (schwerer Wasserstoff mit Neutron im Kern) ersetzt wurden, einem Ultraschallfeld aussetzte. Dabei sollen Tritium (Wasserstoff mit zwei Neutronen im Kern) und Neutronen entstanden sein, also Fusionsprodukte. Seth Putterman und Brian Naranjo von der Kalifornischen Universität in Los Angeles unterstellen ihm Fälschung, da sein Experiment nicht wiederholt werden konnte.

Bei einer Fusion wird viel Energie frei. Die kontrollierte, „heiße Fusion“ nach dem Vorbild der Sonne gilt als Energiequelle der Zukunft. Voraussetzung dafür ist, dass die Deuteriumkerne extrem heiß sind, damit sie die abstoßende Kraft ihrer Teilchen überwinden.

Taleyarkhan selbst sieht seine Bläschchenfusion zwar als heiße Fusion, dennoch wird sie oft mit der kalten Fusion verglichen. Zum einen fällt es schwer, sich vorzustellen, wie Schallwellen in zusammenfallenden Bläschchen einige Millionen Grad Celsius produzieren können. Zum anderen steht „kalte Fusion“ für die Lösung des Energieproblems und Fälschung in der Wissenschaft.

Die kalte Fusion ist heute vor 17 Jahren von Martin Fleischmann und Stanley Pons als Deuteriumfusion bei Raumtemperatur vorgestellt worden. Die beiden Chemieprofessoren behaupten, sie in einer Kathode aus dem Edelmetall Palladium herbeigeführt zu haben. Dort sammelt sich das Deuterium, wenn schweres Wasser elektrisch gespalten wird. Bei der Reaktion sei Überschusswärme entstanden. Diese Meldung sorgte zwar für Wirbel. Die meisten Wissenschaftler aber halten eine Fusion bei Raumtemperatur für unmöglich. Zumal ein Neutronen-Regen als Folge einer Fusion nicht festgestellt werden konnte.

Seither ist die kalte Fusion kontinuierlich erforscht worden. Der russische Chemiker Peter Gluck verfolgt die Entwicklung: „In etwa 10 000 Experimenten entstand keine Überschusswärme. In etwa 1 000 entstanden 10 bis 30 Prozent Überschusswärme. Weniger als 10 aber produzierten mehr als 1000 Prozent Überschusswärme.“ Eine der dramatischsten Reaktionen erreichte Tadahiko Mizuno von der Hokkaido-Universität in Japan. Eine Fusionszelle verdunstete 1991 angeblich zwei Eimer Wasser, obwohl die Stromzufuhr abgeschaltet war.

2004 bewertete das US-Energieministerium ausgewählte Ergebnisse der kalten Fusion: Die „überzeugendsten Belege“ kämen aus Deutschland. Physiker der Technischen Universität Berlin maßen bei Beschleunigerexperimenten in einem Temperaturbereich zwischen der heißen und der kalten Fusion anomal hohe Fusionsraten in Metallen wie Palladium und sogar eine unerwartete Abschwächung der Neutronenproduktion. Diese Ergebnisse wurden kürzlich im „European Physical Journal A“ veröffentlicht. „Wenn das bestätigt wird, ist es ein sehr wichtiger Befund der Kernphysik“, sagt Akito Takahashi von der Osaka-Universität. Heute weiß man, dass die Suche nach Neutronen zur Bestätigung der kalten Fusion wenig aussichtsreich sein musste, denn es entstehen praktisch keine. Als dieses Anfang der 90er klar wurde, war das Interesse der Wissenschaft verpufft. „Obwohl die kalte Fusion das Potenzial hat, unsere Energieprobleme zu lösen, gilt sie in Wissenschaft und Politik als rotes Tuch“, sagt Jan Marwan. Der Chemiker hat seine akademische Karriere beendet, um sich in seinem Berliner Labor ganz der kommerziellen Entwicklung der kalten Fusion zu widmen.