QUANTENSPRUNG

Darwin zum Geburtstag (12.2.1809)

Die Evolutionsbiologen feierten am Dienstag „Darwin Day“, zwei Tage nach seinem Geburtstag. Wenn Sie sich fragen: „Warum sollten mich Darwin und die Evolutionsbiologen interessieren?“, dann schauen Sie doch einmal auf Ihre Hände. Und dann schauen Sie sich im Büro um. Ist Ihnen aufgefallen, dass alle Kollegen auch fünf Finger haben? Merkwürdig, oder? Ansonsten unterscheiden sie sich doch auch in Haut-, Augen- und Haarfarbe und Körpergröße. Aber nicht in der Zahl der Finger.

Was führte zu so viel Gleichheit – außer vielleicht dem abwegigen Grund, dass Gott auch fünf Finger hatte, als er uns nach seinem Antlitz schuf? Warum ist die Evolution also anscheinend bei fünf stehen geblieben? Sonst, so sollte jedermann mittlerweile bekannt sein, ist Variation doch das Öl der Evolution. Ohne Unterschiede fände keine Auslese und damit keine Evolution statt. Gleichheit aller bedeutet Stillstand.

Ist der in Tierfilmen oft propagierte angebliche Drang zur Perfektion verantwortlich? „Fünf“ ist aber nicht per se immer besser als

AXEL MEYER
Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz

zwei, drei oder sechs. Konzertpianisten oder ein Olympia-Schwimmer wären vielleicht froh über mehr als fünf Finger. Grundsätzlich: Nichts ist perfekt! Das werde ich ein anderes Mal begründen.

Optimalität kann also kaum der Grund für die fixierte Zahl „fünf“ sein. Heutzutage werden Finger von den meisten Menschen in der meisten Zeit des Tages nur zum Tippen auf einer Computertastatur benutzt. Ein zweiter Blick ins Büro zeigt, dass, wenn nur zwei der zehn Finger zum Tippen benutzt werden, kaum von Perfektion die Rede sein kann.

Ernsthaft: Natürlich liegen die Gründe für die fast universelle Pentadactylie, die Fünffingrigkeit – bitte schön, zählen Sie bei Ihrem Hund oder Ihrer Katze nach – viel tiefer. Als vor etwa 380 Millionen Jahren unsere Fischvorfahren das Land besiedelten, haben sie sich mit ihren Extremitäten vom Boden abgestützt. Mit weichen Flossenstrahlen geht dies weniger gut. Es gab mehrere evolutionäre Linien, die damals ihr Glück auf dem Land versuchten. Von Fossilienfunden weiß man, dass es einige mit sieben, acht oder sogar zwölf Fingern gab. Aber zufälligerweise hinterließen allein die fünffingrigen Fische bis heute Nachfahren. Von denen stammen nicht nur die Säugetiere, sondern auch alle Amphibien, Reptilien und Vögel ab – und haben deshalb, zumindest ursprünglich, genau fünf Finger. Bei einigen gingen Finger nachträglich verloren, siehe Hühnerflügel oder Pferdehufe beispielsweise. Aber es gibt keines (außer dem Panda, ein Sonderfall) mit mehr als fünf Fingern.

Also, zufällig hatte unser ältester gemeinsamer Fischvetter fünf Finger. Dieses entwicklungsbiologische Programm „fünf“ wurde dann festgeschrieben.

wissenschaft@handelsblatt.com

Der Kampf gegen das Vergessen

Diagnose Alzheimer – bislang ein unabwendbarer Schicksalsschlag. Doch die Hoffnung auf eine Therapie wächst.

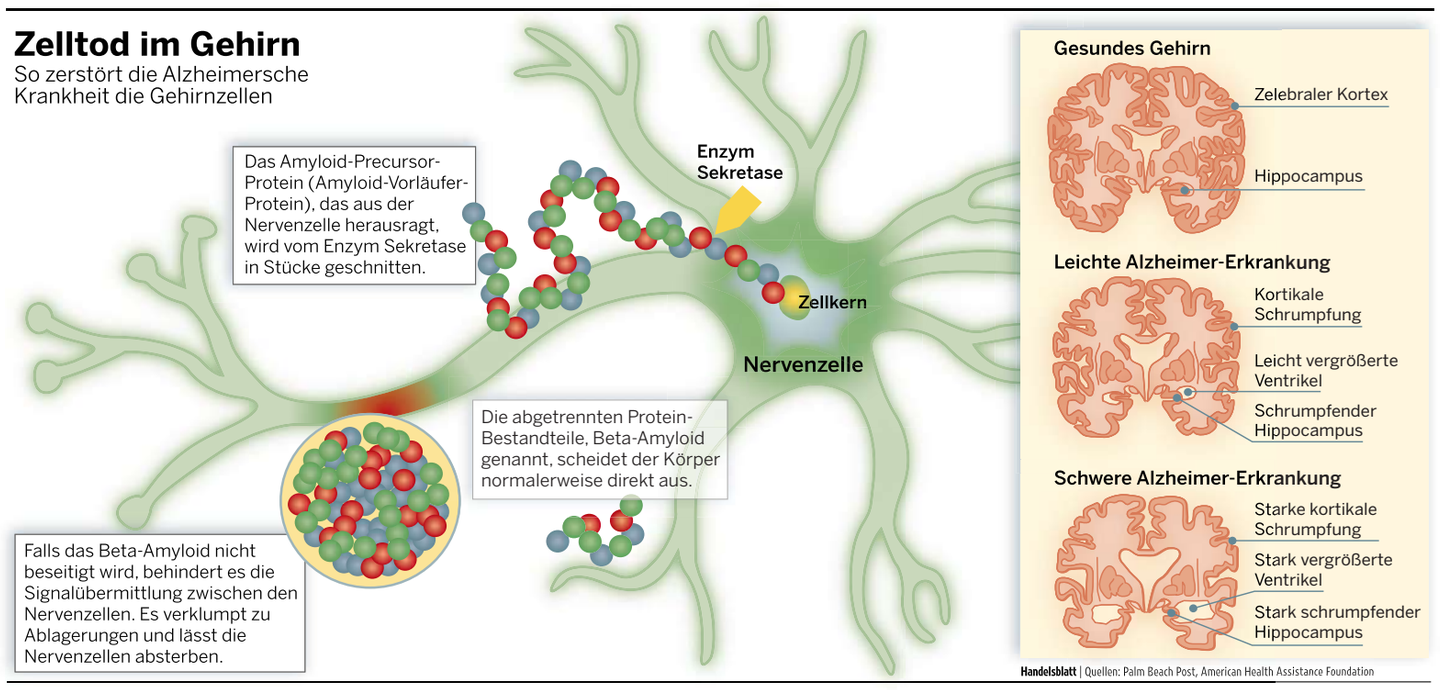
ULRICH KRAFT | DÜSSELDORF

Mit ihrem Tod in geistiger Umnachtung 1906 erlangte Auguste D. einen Platz in der Medizingeschichte. Alois Alzheimer (1846-1915) sezierte ihr Gehirn und entdeckte darin seltsame Klumpen und fadenförmige Gebilde. Diese Veränderungen machte der Neuropathologe für den dramatischen Gedächtnisverlust verantwortlich. Auguste D. ist der erste aktenkundige Fall des Morbus Alzheimer.

Hundert Jahre später ist die Krankheit ein Massenphänomen. Allein in Deutschland lebt rund eine Million Betroffene, für die der Satz „du hast wohl den Verstand verloren“ zur grausamen Realität geworden ist. Nach einer Therapie, mit der sich die Demenzerkrankung verhindern oder zumindest dauerhaft stoppen lässt, wird seit Jahren gesucht. Und nach zahlreichen Rückschlägen hellt sich das düstere Bild langsam auf. „Das Grundlagenwissen ist da und damit auch Ansatzpunkte für Therapien“, sagt Franz Adlkofer. Er koordiniert das von der EU geförderte Apopis-Projekt, einen Verbund von 38 Forschergruppen in Europa.

Das Adolf-Butenandt-Institut der Universität München gehört dazu. Dort beschäftigt sich Christian Haass mit dem Molekül, das wohl der Schlüssel zur Alzheimer-Krankheit ist: Beta-Amyloid. Aus diesem Protein bestehen die Klumpen, die Alois Alzheimer fand, heute „senile Plaques“ genannt. „Es lagert sich auf den Nervenzellen ab und löst so eine Kaskade von toxischen Prozessen aus, die letztlich die Neuronen zerstören“, erklärt Haass. Zwei Hirnregionen werden besonders früh und schwer in Mitleidenschaft gezogen: der Hippocampus und die enterorhinale Rinde. Sie sind für das deklarative Gedächtnis, die Erinnerung an Fakten und Ereignisse, unabdingbar. Folge: Die Betroffenen vergessen erst Kochrezepte, dann die eigene Biografie. „Ich habe mich selbst verloren“, beschrieb Auguste D. in einem lichten Moment die Folge des Neuronen-Massensterbens.

Beta-Amyloid ist ein kleines Fragment eines 30-mal größeren Eiweißmoleküls, des Amyloid Precursor Proteins, kurz APP. Eine sehr wichtige Substanz, denn es dient an den Kontaktstellen zwischen Nervenzellen, den Synapsen, als eine Art Sicherung, es schützt vor unkontrollierter Signalübertragung. Nach getaner Arbeit wird es abgebaut und dabei entsteht Beta-Amyloid. Welchen biologischen Sinn dies hat, ist unklar. „Wahrscheinlich handelt es sich einfach um ein Abfallprodukt, das keine Aufgabe erfüllt“, vermutet Christian Haass.



Tickende Zeitbombe

Früher dachte man, dass dieser „Müll“ nur im Gehirn von Alzheimer-Kranken entsteht. Doch das zerstörerische Protein wird – so viel steht heute fest – in jedem Gehirn produziert. Ob sich die gefürchteten Plaques bilden, hängt von der Konzentration ab. „Man muss nur warten, bis genug Amyloid vorhanden ist, dann verklumpt es, lagert sich ab, und die Krankheit bricht aus“, sagt Haass. Es tickt also eine „Zeitbombe im Gehirn“. Weil die Menschen immer älter werden, befürchten Experten daher einen drastischen Anstieg der Patientenzahlen. Knapp 25 Millionen sind es jetzt weltweit, über 80 Millionen werden es 2040 sein, schätzt die Dachorganisation Alzheimer's Disease International.

Umso wichtiger ist die Suche nach einer Waffe gegen die häufigste Form der Altersdemenz. Haass hat die Enzyme im Visier, die das Amyloid-Vorläufermolekül APP abbauen. „Diese Sekretasen sind so etwas wie molekulare Scheren, sie schneiden an bestimmten Schnittstellen Fragmente aus Proteinen heraus.“ Drei solcher Schnittstellen besitzt APP für drei verschiedene Sekretasen – eine „gute“ und zwei „böse“. Im Normalfall zerlegt die Alpha-Sekretase APP in zwei harmlose Spaltprodukte. Manchmal aber schneiden Beta- und Gamma-Sekretase gemeinsam und dabei entsteht Beta-Amyloid. Offenbar passiert das im Gehirn von Alzheimer-Kranken zu oft.

Substanzen, die das Zuschnappen der Scheren unterbinden, gibt es bereits. Einen solchen Inhibitor der Gamma-Form hat der Pharmariese Bristol-Myers Squibb am Menschen getestet. Doch die Studie wurde wegen Nebenwirkungen abgebrochen. „Die Sekretasen werden für alle Zellteilungsprozesse gebraucht. Blockiert man sie, kommt es beispielsweise zu Störungen der Blutbildung“, erklärt Haass. Prinzipiell könne der Ansatz funktionieren, entscheidend sei die richtige Dosis individuell angepasst an den Patienten.

Als vielversprechendste Strategie gilt aber die Immuntherapie, eine Art Impfung gegen den Kahlschlag im Gehirn. Von der körpereigenen Abwehr hergestellte Antikörper, die wie Miniaturmüllmänner die giftigen Ablagerungen beseitigen, sollen im Denkorgan für Ordnung sorgen. Bei gentechnisch veränderten Alzheimer-Mäusen funktioniert es. Zunächst bekamen die Tiere einen künstlichen Abschnitt des Beta-Amyloid-Peptids gespritzt. Bei den Nagern, die daraufhin Antikörper bildeten, lösten sich die Amyloid-Plaques auf und die Mäuse schnitten bei Gedächtnistests wieder deutlich besser ab. „Wenn die Mäuse frühzeitig behandelt wurden, bildeten sich überhaupt keine Ablagerungen“, weiß Christian Haass. „Das heißt, die Impfung wirkte sogar prophylaktisch.“

Doch eine Untersuchung der Methode an 372 leicht bis mittelgradig erkrankten Alzheimer-Patienten endete im Frühjahr 2002 mit einem herben Rückschlag. Bei 18 Teilnehmern entzündeten sich Hirnhaut und Gehirn, wahrscheinlich als Folge einer Immun-Überreaktion. Die Studie wurde abgebrochen.

Die Arbeit von Forschern aus Zürich lässt die Hoffnung wieder keimen. Dort wurde das Schicksal der 30 Schweizer, die an der Studie teilnahmen, weiterverfolgt: Bei den Patienten, die viele Antikörper gegen Beta-Amyloid gebildet hatten, blieb die Gedächtnisleistung konstant. Der Impfstoff schützte sie also vor dem sonst so rasanten Fortschreiten der Erkrankung. Erlanger Wissenschaftler fanden Hinweise, dass sich der Hippocampus, das am schwersten in Mitleidenschaft gezogene Hirnareal, drei Jahre nach der Immuntherapie sogar wieder zu regenerieren beginnt. Bereits verloren gegangene Erinnerungen kehren dadurch zwar nicht zurück. Doch schon eine Therapie, die das Sterben der Nervenzellen verhindert und damit den Zustand der Dementen stabilisiert, wäre ein enormer Fortschritt.

Haass fordert daher, trotz der Rückschläge weiterzumachen: „Findet man kein wirksames Medikament, könnten ganze Volkswirtschaften zusammenbrechen. Auf der Impfung ruhen unsere größten Hoffnungen.“ Die Erinnerung ist das einzige Paradies, aus dem wir nicht vertrieben werden können, schrieb der Dichter Jean Paul Ende des 18. Jahrhunderts. Wenn sich Haass' Hoffnungen erfüllen, wird dieses Paradies wieder mehr Menschen offen stehen.

UNSERE THEMEN

MO ÖKONOMIE
DI ESSAY
MI GEISTESWISSENSCHAFTEN
DO NATURWISSENSCHAFTEN
FR LITERATUR

Kohlendioxid lässt Flusspegel steigen

DÜSSELDORF. Die von Flüssen geführte Wassermenge ist in den vergangenen hundert Jahren trotz wachsenden Wasser-Konsums der Bevölkerung gestiegen. Grund dafür ist nach einer Untersuchung der Meteorologin Nicola Gedney vom staatlichen britischen Wetterinstitut Met Office eine veränderte Wassernutzung der Pflanzen. Wie Gedney und Kollegen in der aktuellen Ausgabe der Zeitschrift „Nature“ berichten, ist diese Änderung des pflanzlichen Wasserhaushalts auf die steigende Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre zurückzuführen. Dieser Anstieg ist vor allem durch menschliche Aktivitäten verursacht.

In ihrer Studie nutzen die Forscher ein zeitlich konstantes Modell der Erdoberfläche und die so genannte statistische „Fingerabdruck“-Methode, um mögliche Einflussfaktoren der beobachteten Zunahme des Wasserabflusses festzustellen. Bei dieser Methode werden verschiedene in Frage kommende Schemen in Simulationen durchgespielt, bis eines davon mit den beobachteten Tatsachen übereinstimmt. So fanden sie heraus, dass die reduzierte Verdunstung von Wasser über die Spaltöffnungen in den Blättern der Pflanzen einen großen Einfluss auf die Zunahme der in Flüssen ablaufenden Wassermenge hat. Das Kohlendioxid in der Luft bewirkt die Schließung der Spaltöffnungen in den Blättern. Da Pflanzen daher weniger „schwitzen“, ziehen sie auch weniger Wasser aus dem Boden.

Die Forscher schließen daraus, dass zwar die Verfügbarkeit von Trinkwasser, aber auch die Gefahr von Überschwemmungen wächst, wenn der Kohlendioxidgehalt der Luft weiter steigt. *fk*

Ältere Menschen machen weniger Fehler

Alternde Gehirne kompensieren Defizite

DÜSSELDORF. Ältere Menschen gelten als langsam, vergesslich und unflexibel und werden daher von vielen Arbeitgebern nicht mehr eingestellt. Die Dortmunder Neurophysiologen Michael Falkenstein und Sascha Sommer berichten jetzt in der aktuellen Ausgabe der Zeitschrift „Gehirn&Geist“, dass bei älteren Menschen bestimmte Hirnprozesse gestärkt und dadurch andere Defizite kompensiert werden. Demnach funktionieren einige kognitive Prozesse, die im Arbeitsalltag oft eine Rolle spielen, im Alter sogar besser. „Ältere Gehirne scheinen oft nach dem Prinzip ‚Lieber etwas langsamer, aber dafür richtig' zu Werke zu gehen“, sagt Michael Falkenstein.

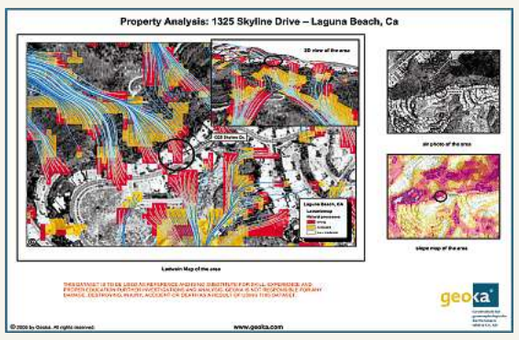
Wie die Forscher in Experimenten feststellten, machen ältere Menschen weniger Fehler als jüngere, wenn sie irritiert werden: Die Probanden unterschiedlichen Alters sollten per Tastendruck auf einen Pfeilkopf in der Mitte eines Monitors reagieren – jeweils mit der Hand, auf die seine Spitze zeigte. Kurz vor dem Erscheinen des Zielreizes wurden die Probanden durch flankierende Pfeilspitzen irritiert. Den älteren Versuchspersonen unterliefen bei der Aufgabe nur halb so viele Fehler wie den jungen.

Die jüngeren Teilnehmer sprangen auf die Flankierreize so schnell an, dass sie häufiger die falsche Taste drückten – die Fehlreaktion war nicht mehr aufzuhalten. Ältere dagegen begannen die Reaktionsaktivierung später, was sie in diesem Fall vor Fehlern schützte. Durch diese Verzögerung waren die vermeintlich Langsameren klar im Vorteil. *fk*

GRÜNDERSZENE

Geoka

„Es kann doch nicht sein, dass man auf Katastrophen immer nur reagieren kann“, sagte sich Richard Ladwein unter dem Eindruck der Lawinen-Katastrophen von 1999. Der Trierer war damals noch Geographie-Lehrer. Von Schneelawinen verlagerte sich sein Interesse bald auf Erdrutsche und Schlammlawinen, die große materielle und menschliche Opfer fordern. Ladweins Idee: Eine Risikoanalyse der Erdoberfläche kann die Gefahr kalkulierbar machen. Auslöser solcher Katastrophen sind meist Niederschläge, aber Umstände und Wahrscheinlichkeit sind von der Erdoberfläche abhängig, auf



die sie treffen. „Sie war daher der Ausgangspunkt meiner Überlegungen“, sagt Ladwein. Das zu untersuchende Gebiet muss also durch Messungen am Boden, Luftbild- und Satellitenaufnahmen in ein dreidimensionales Geländemodell überführt werden. Dann erfolgt die Interpretation: Erfassung der Neigungen und ihres Verhältnisses zueinander, Bodenbeschaffenheit, Dynamik der Erdmassen und des Wassers. Am Ende steht die Visualisierung mit Karten: Neigungs- und Gefährdungskarte sowie Verläufe eventueller Bewegungen von Erdmassen oder Unterwasser (Bild).

„Wir können nicht sagen, wann eine Gefährdung eintritt, aber wo“, sagt Ladwein. Das standardisierte Verfahren wollte Ladwein ursprünglich in einer Doktor-Arbeit entwickeln. Aber bald war ihm klar, dass es Grundlage eines Unternehmens sein könnte. So wurde aus dem promovierenden Geographie-Lehrer ein Unternehmer. Seine „Gesellschaft für Geomorphologische Kartierung und Gutachten“, kurz Geoka, hat mittlerweile acht Mitarbeiter und weltweite Kundschaft: Grundstücksbesitzer, Baufirmen, aber auch Gemeinden. | Ferdinand Knauß

Nächste Woche: PolymerBeratung