

Säugetier-Erbgut

Das Geheimnis der Genwüsten

Von *Jens Lubbadeh*

Nur ein Bruchteil unseres Erbguts sind Gene, dazwischen liegen riesige Bereiche mit noch unbekannter Funktion. Wissenschaftler haben nun herausgefunden, dass diese "Genwüsten" bei Säugetieren einem ganz bestimmten Muster folgen.

2003 war das menschliche Genom vollständig entziffert, aber noch lange nicht verstanden. Nur eines war sehr bald schon klar: Der Mensch besitzt viel weniger Gene als gedacht, nur etwa 23.000. Das sind rund 4000 weniger als Unkraut und 4000 mehr als der Fadenwurm.

Diese DNA-Abschnitte, die die Information für den Bau verschiedener Proteine enthalten, machen gerade einmal 1,5 Prozent der 3,2 Milliarden DNA-Buchstaben des menschlichen Genoms aus.

Klar ist: In unserem Erbgut gibt es noch eine Menge zu entdecken.

Und nicht nur in unserem - auch in vielen anderen Tieren und Pflanzen sind DNA-Abschnitte, die nicht in Proteine übersetzt werden. So finden sich zwischen den Genen immer wieder lange Abschnitte auf dem DNA-Strang: Genwüsten nennen die Wissenschaftler diese Bereiche mit noch völlig unerforschter Funktion. Und sie stellen einen weit höheren Anteil als die Gene selbst: Bis zu 38 Prozent des menschlichen Erbguts sind Genwüsten.

Ein internationales Wissenschaftler-Team um Axel Meyer von der Universität Konstanz hat sich diese Bereiche näher angesehen. Wie die Forscher im Fachmagazin "[Journal of Molecular Evolution](#)" berichten, sind diese Genwüsten bei Pflanzen und Tieren normalerweise sehr unregelmäßig über die Chromosomen verteilt. Doch es gibt eine Ausnahme: Säugetiere. Bei ihnen scheint es eine gewisse Systematik in der Anordnung der Genwüsten auf den Chromosomen zu geben. Meyer und seine Kollegen fanden heraus, dass bei ihnen die Anzahl der Genwüsten und Gene auf einem Chromosom zusammenhängen.

Nur Säugetiere tanzten aus der Reihe

Insgesamt analysierten die Forscher 30 Genome unterschiedlicher Organismen: Einzeller, Pflanzen, Pilze, Würmer, Fische und verschiedene Säugetiere, darunter die Genome von Opossum, Maus, Affe, Wolf und Mensch. Normalerweise ist es bei vielzelligen Organismen ganz einfach: Je größer das Chromosom, desto mehr Gene beherbergt es.

Nur auf Säugetiere trifft dieses proportionale Verhältnis nicht zu, fanden die Forscher heraus: Große Chromosomen hatten mitunter weniger Gene als zu erwarten war - oder umgekehrt. Doch nicht alle Säugetiere wichen von der Regel ab. Beim Opossum galt das Verhältnis genauso wie bei Pflanzen, Würmern und den anderen Tieren. Das Opossum ist ein Beuteltier und damit zwar auch ein Säugetier, doch es bringt Nachkommen ohne eine Plazenta zur Welt.

Dann versuchten die Forscher herauszufinden, ob es bei den Säugetieren irgendeinen Zusammenhang zwischen der abweichenden Genhäufigkeit auf den Chromosomen und anderen Bereichen der DNA gab. Sie wurden fündig: Bei den Chromosomen mit den relativ zu wenigen Genen kompensierten die Genwüsten das Missverhältnis. Und Chromosomen mit im Schnitt zu vielen Genen hatten dafür weniger Genwüsten.

Die Anzahl der Genwüsten und ihr relativer Anteil am Gesamtgenom spiegelte auch grob die Stellung im evolutionären Stammbaum wieder, fanden die Forscher heraus. Bei komplexeren Lebewesen war der Anteil der Genwüsten höher:

Meyer und seine Kollegen vermuten, dass die besondere Rolle der Genwüsten bei den Säugern mit Plazenta möglicherweise mit ihren in der Evolution herausgestellten Fähigkeiten zusammenhängen könnte.

Einen weiteren Faktor, der in der Evolution zur komplexeren Entwicklung beigetragen haben könnte, diskutieren Meyer und seine Kollegen Yves Van de Peer und Steven Maere von der belgischen Ghent University im Fachmagazin "[Nature Reviews Genetics](#)": Die vollständige Verdoppelung des Erbguts in den Zellen einer Art.

Viele Lebewesen, so auch der Mensch, haben ihr Erbgut in zweifacher Ausfertigung in ihren Zellen, jedes Chromosom - mit Ausnahme der Geschlechtschromosomen - liegt also doppelt im Zellkern vor, eines kommt vom Vater, eines von der Mutter. Biologen nennen diesen Zustand diploid, er ist bei vielen Pflanzen und Tieren der Regelfall. Es gibt aber auch Organismen, die ihr Erbgut und damit alle Chromosomen in mehrfacher Ausfertigung haben - sie sind polyploid. Bei Pflanzen findet sich häufig Polyploidie, vor allem bei Blütenpflanzen und vielen Getreidesorten wie Weizen und Hafer. Bei Tieren tritt dieses Phänomen seltener auf, vorwiegend bei Insekten, Knochenfischen und Amphibien. Auch der einzellige Hefepilz ist polyploid.

Polyploide Organismen sind robuster

Für den Menschen ist Polyploidie tödlich: Neugeborene, die aufgrund einer fehlerhaften Zellteilung im frühen Entwicklungsstadium oder wegen eines defekten Spermiums oder Eizelle mit dreifachem Chromosomensatz (Triploidie) zur Welt kommen, sterben meist bei der Geburt oder werden tot geboren. Dennoch hat jeder Mensch in seinem Körper auch Zellen, die einen mehrfachen Chromosomensatz haben - so beispielsweise die blutbildenden Zellen im Knochenmark oder auch Leberzellen.

Meyer und seine Kollegen vermuten, dass eine Verdopplung des Erbguts im Laufe der Evolution Vorteile bieten und möglicherweise die Entstehung neuer Arten fördern kann. Durch die erhöhte Anzahl von Gen-Kopien kann die Zelle auch mehr Proteine herstellen - so sind erhöhte Produktionsraten möglich, was sich oft in einer stärkeren Vitalität dieser Organismen zeigt.

Auch sind polyploide Organismen gegenüber Mutationen weniger anfällig - wenn ein Gen ausfällt, ist es nicht so schlimm, weil es noch mehrere Kopien von ihm gibt, die den Ausfall kompensieren können.

Betrachtet man lange Zeiträume der Evolution, so schreiben Meyer, Van de Peer und Maere, sind die wenigen Erbgutverdoppelungen von manchen Organismen immer in zeitlicher Nähe zu Massenaussterben erfolgt. Anhand von Genanalysen kann man diese Ereignisse datieren.

Die Forscher vermuten, dass die neu entstandenen polyploiden Organismen möglicherweise robuster waren und somit einen Evolutionsvorteil hatten. Auch wurden durch das massenhafte Aussterben zuvor besetzte ökologische Nischen frei, die sie nun erobern konnten.

Mehr Artenreichtum durch Polyploidie?

Polyploidie könnte auch Artenreichtum und evolutionäre Innovation begünstigen: Es gibt 350.000 Blütenpflanzenarten, die Knochenfische stellen 25.000 Spezies, argumentieren die Forscher in "Nature". Nach dem Verdoppelungsschritt entstanden die Blütenpflanzen und die Knochenfische. Mögliche Gründe: Durch die Erhöhung der Kopienzahl standen auch mehr regulatorische Netzwerke im Erbgut zur Verfügung. Es konnte sich so besser organisieren und spezialisieren.

Belege für ihre These sehen die Forscher in der Kambrischen Explosion vor rund 542 Millionen Jahren. Damals entstanden in dem relativ kurzen Zeitabschnitt von nur 50 Millionen Jahren sehr viele neue Arten mit ganz neuen Bauplänen. Vor der Kambrischen Explosion aber war ein Verdoppelungsschritt erfolgt.

Dennoch könne die Erbgutverdoppelung alleine Artenreichtum und Komplexität nicht erklären, schreiben Meyer und seine Kollegen: Die Stammbäume von Wirbellosen sowie Wirbeltieren hätten sich mit gleicher Schnelligkeit aufgeächert - und das, obwohl wirbellose Tiere in ihrer Evolution keine Verdoppelung durchlaufen haben, die Knochenfische aber schon zwei. Auch entsteht aus Erbgut-Verdoppelung nicht zwangsläufig mehr Komplexität: So habe sich die polyploide Hefe äußerlich nicht verändert.

URL:

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/0,1518,667630,00.html>

MEHR AUF SPIEGEL ONLINE:

Erforschung des Erbguts: Genau mein Typ (15.12.2009)

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/medizin/0,1518,666927,00.html>

Genom-Forschung: Die Arche Haussler (30.11.2009)

<http://www.spiegel.de/spiegel/0,1518,664023,00.html>

MEHR IM INTERNET

Journal of Molecular Evolution: "Genome Desertification in Eutherians: Can Gene Deserts Explain the Uneven Distribution of Genes in Placental Mammalian Genomes?"

<http://www.springerlink.com/content/v2100154870q71m3/>

Nature Reviews Genetics: "The evolutionary significance of ancient genome duplications"

<http://www.nature.com/nrg/journal/v10/n10/abs/nrg2600.html>

SPIEGEL ONLINE ist nicht verantwortlich
für die Inhalte externer Internetseiten.

© SPIEGEL ONLINE 2009

Alle Rechte vorbehalten

Vervielfältigung nur mit Genehmigung der SPIEGELnet GmbH