

gedeutet. Die folgende „heiße“ Diskussion zeigte allerdings, daß nicht alle Biologen von diesen Schlußfolgerungen überzeugt sind (z.B. MILLARD 1995). Die Behauptung des Lexikon der Biologie (1994, Bd. 4, S. 263), daß die Warmblütigkeit auch der größeren Dinosaurier als gesichert gelten kann, muß man daher relativieren.

Literatur

- ALDHOUS P (1995) 'Jurassic DNA' looks distinctly human. *New Scientist* (11. Febr.), 5.
- ALLARD MW, YOUNG D & HUYEN Y (1995) Detecting Dinosaur DNA. *Science* 268, 1192.
- APPENZELLER T (1994) Argentine dinos vie for heavyweight title. *Science* 266, 1805.
- BARRICK RE, SHOWERS WJ (1994) Thermophysiology of *Tyrannosaurus rex*: Evidence from oxygen isotopes. *Science* 265, 222-224.
- CARPENTER K, HIRSCH KF & HORNER JR (1994) Dinosaur eggs and babies. Cambridge University Press, 372 S. (Buchbesprechung von MJ Benton: Paleoparental care, in: Trends in Ecology and Evolution, Jan 1995, p.48)
- CHINSAMY A & DODSON P (1995) Inside a dinosaur bone. *Am. Scientist* 83, 174-180.
- GIBBONS A (1994) Possible dino DNA find is greeted with scepticism. *Science* 266, 1159.
- GILLETTE DG (1994) *Seismosaurus: The Earth shaker*. Columbia University Press, 205 S.
- HEDGES SB & SCHWEITZER MH (1995) Detecting Dinosaur DNA. *Science* 268, 1191-1192.
- HENKOFF S (1995) Detecting Dinosaur DNA. *Science* 268, 1192.
- MILLARD AR (1995) The body temperature of *Tyrannosaurus rex*. *Science* 267, 1666; vgl dazu BARRICK et al: Response, *Science* 267, 1667.
- NORELL MA et al (1994) A theropod dinosaur embryo and the affinities of the Flaming Cliffs dinosaur eggs. *Science* 266, 779-782.
- NOVACEK MJ, NORELL M, MCKENNA AC & CLARK J (1995) Die Fossilienschätze der Gobi. *Spektrum der Wissenschaft*, Februarheft, S.69.
- WOODWARD SR (1995) Detecting Dinosaur DNA. *Science* 268, 1194.
- WOODWARD SR, WEYAND NJ & BUNNELL M (1994) DNA sequence from Cretaceous period bone fragments. *Science* 266, 1229-1232.
- ZISCHLER H, HÖSS M, HANDT O, VON HAESELER A, V. D. KUYL AC, GOUDSMIT J & PÄÄBO S (1995) Detecting Dinosaur DNA. *Science* 268, 1192-1193.

Natürlicher Gentransfer in *Drosophila*?

Zusammenfassung: In *Drosophila melanogaster* wurden Transposons („springende Gene“) aus einer anderen Art, *D. willistoni* entdeckt. Als Überträger wird eine Milbe in Betracht gezogen. Von einigen Wissenschaftlern wird den Transposons eine wichtige Rolle in der Evolution zugewiesen. Es zeigt sich aber, daß dadurch eine Neuentstehung von genetischer Information nicht plausibler wird.

Das Problem. Warum ließen sich Fruchtfliegen aus Laborstämmen nicht mit solchen aus der freien Wildbahn kreuzen? Auf diese Frage stießen Molekulargenetiker um etwa 1950, als sie diese Versuche mit der gewöhnlichen Fruchtfliege *Drosophila melanogaster* anstellten. Kreuzte man die Fliegen in einer bestimmten Weise, so waren die Nachkommen häufig steril oder hatten andere Anomalien. Es stellte sich schließlich heraus, daß die Wildstämme in ihrem Genom zusätzlich ein Stück DNA hatten, das die Laborstämme nicht besaßen. Es handelte sich hier um ein sogenanntes transponierbares Element der P-Gruppe.

Transposons. Transponierbare Elemente, kurz Transposons, sind kurze DNA-Stücke, die sich selbsttätig von einer Stelle des Genoms an eine andere bewegen können. Die als P-Element bezeichneten Transposons kommen u.a. bei *Droso-*

phila vor. Teilweise können sich die Transposons vervielfachen und benehmen sich im Genom manchmal wie zerstörerische Parasiten. Einige Wissenschaftler vermuten, daß die Transposons verkümmerte Viren sind, die die Zelle jedoch nicht mehr verlassen und nur über die Zellteilung weitergegeben werden können.

Wie Stephan D. DANIELS von der Universität von Connecticut in Storrs schließlich zeigen konnte, sind die P-Elemente in *Drosophila melanogaster* praktisch identisch mit denen einer anderen Art, *Drosophila willistoni*. Wie aber wechselte das P-Element von *D. willistoni* auf *D. melanogaster* über? Die genetische Epidemie konnte sich erst innerhalb der letzten 50 Jahre abgespielt haben, denn isoliert gehaltene Laborstämme von *D. melanogaster* waren frei von dem P-Element, es war ja Ursache für die beobachtete Inkompatibilität bei den Kreuzungsversuchen.

Des Rätsels Lösung. Margaret KIDWELL arbeitete auf dem Gebiet der P-Elemente bei *Drosophila* und sie war sich mit ihrer Arbeitsgruppe einig darüber, daß *D. willistoni* der Spender des P-Elements war, welches jetzt auch in *D. melanogaster* vorkommt. Die Verbreitungsgebiete beider Arten überlappen sich, somit ist ein Gentransfer zumindest theoretisch möglich. Unklar war aber der Über-

tragungsweg. „Es kann schließlich nicht einfach durch die Luft fliegen.“, meinte KIDWELL. Ihre erste Idee war die Übertragung mittels eines Insektenvirus. Viren nehmen manchmal Gene von ihrem letzten Wirt auf und können sie an einen neuen weitergeben. Die in Betracht kommenden Viren waren aber äußerst wirtsspezifisch und nicht in der Lage, beide Arten zu infizieren.

Öfter wurden die Kulturen der Fliegen, mit denen KIDWELL und ihre Gruppe arbeitete, von Milben heimgesucht. Kenneth PETERSON, ein Doktorand aus KIDWELLS Labor, bat Marylyn HOUCK, eine Milbenspezialistin, die zufällig nur einige Zimmer weiter arbeitete, nach Mitteln und Wegen zu suchen, den Parasiten auszurotten. Als HOUCK schließlich die Milben mit dem Elektronenmikroskop untersuchte, stellte sie fest, daß es sich um *Proctolaelaps regalis* handelte. Diese Milbe frißt an den Fliegeneiern und saugt mal an diesem mal an jenem. Und noch etwas fiel auf: Die Mundwerkzeuge der Milbe zeigten eine verblüffende Ähnlichkeit mit jenen haarfeinen Glaspipetten, mit denen man Gene direkt in Zellen injizieren kann. Könnte es nicht sein, daß *P. regalis* zuerst an einem *D. willistoni*-Ei und anschließend an einem Ei von *D. melanogaster* saugte? Die Milbe könnte das P-Element sozusagen als „Rüsselschmutz“ übertragen haben. Da P-Elemente mobil sind, konnte es sich stabil in das Erbgut des neuen Eis integrieren und die schlüpfende Fliege enthielt das neue P-Element. „Wir behaupten jedoch nicht, daß wir gezeigt haben, die Milbe sei der Überträger,“ so KIDWELL, „aber es könnte möglich sein.“ So züchten die Wissenschaftler nun im Labor gemischte Populationen aus *D. melanogaster* mit *D. willistoni* zusammen mit *P. regalis* in der Hoffnung, das Experiment, das möglicherweise in der Natur abgelaufen ist, im Labor nachzuvollziehen.

Auswirkungen auf die Evolution? Im Sommer 1992 trafen sich Genetiker in Athen, um über die Transposons und ihre Konsequenzen für die Evolutionstheorie zu diskutieren. Wenn Transposons tatsächlich, auf welchem Weg auch immer, Artgrenzen überschreiten könnten, so die Wissenschaftler, spräche das noch stärker für eine Urheberschaft am evolutionären Wandel. McDONALD, der Organisator der Konferenz meint: „Die traditionelle darwinistische Ansicht ist, daß die Evolution allmählich fortschreitet, indem sich Punktmutationen ansammeln, und daß durch Selektion alles, was nicht gut ist, verworfen wird. Mit den Transposons ist die Sache nun aber die, daß sie gewöhnlich innerhalb kürzerer Zeitspannen Makromutationen erzeugen – erkennbar als plötzlich auftretende erhebliche Veränderungen im Erscheinungsbild, im Phänotyp der Organismen.“ Nun gehören die beiden *Drosophila*-Arten demselben Grundtyp an. Es dürfte sich an der Plausibilität makroevolutiver Übergänge nicht viel ändern, wenn Gene einer Fliege in eine andere derselben Gattung übertragen werden.

Manche Biologen gehen jedoch weiter. So denkt POLLARD daran, daß die Sprünge im fossilen Material auf Transposons zurückgehen könnten. Die Transposons könnten für das schubartige, durch längere stationäre Phasen unterbrochene Evolutionsmuster mitverantwortlich sein. Seiner Ansicht nach ist denkbar, daß durch besondere Umweltbedingungen das Springen der Transposons vermehrt ausgelöst wird und die Organismen dadurch leichter mutieren.

Sicherlich können Transposons den Phänotyp eines Organismus rasch ändern, indem sie in Regulator- oder Strukturgene springen, aber dadurch wird keine neue Information gewonnen, mithin handelt es sich nicht um Makroevolution. Letztlich erhöhen Transposons lediglich die Mutationsrate, allenfalls werden vorhandene Gene „neu gemischt“ oder dupliziert, aber es entsteht nichts wirklich Neues. Selbst wenn eine sinnvolle Übertragung von Genen zwischen verschiedenen Grundtypen möglich wäre, bleibt dennoch die Frage ungeklärt, wie diese Gene einmal entstanden sind. Normalerweise kodieren Transposons lediglich Enzyme, die das Springen ermöglichen oder erleichtern. Die Herkunft dieser Information ist ihrerseits unklar.

Das Springen dazu prädestinierter Gene stellt einen Mutationstyp dar, der von den Gründern der Genetik nicht vorherzusehen war. Ein Teil der bisher beobachteten Mutationen in Lebewesen geht sicherlich auf Transposons zurück. Allerdings zeigt sich bisher, daß Transposons nicht mehr „können“ als andere Mutationen auch, sonst hätte man sie sicherlich früher entdeckt und evolutive Änderungen an ihnen festmachen können. Dies ist aber nicht gelungen. Die Erwartungen an sie als Schrittmacher der Evolution resultieren meines Erachtens aus der Erkenntnis, daß ein Mechanismus der Entstehung von genetischer Information nach wie vor unbekannt ist.

Ergänzend möchte ich auf Untersuchungen von SCHERER (1995) hinweisen, der meint, daß selbst bei einer Erhöhung der Mutationsrate, die eventuell durch Transposons ausgelöst werden könnte, um den Faktor 10 die Entstehung neuer Strukturen (= Makroevolution) selbst bei einem angenommenen Weltalter von etwa 4 Milliarden Jahren sehr unwahrscheinlich sind.

Klaus Neuhaus

Literatur

- MARK J (1991) A „Mitey“ Theory for Gene Jumping. *Science* 253, 1092-1093.
 RENNIE J (1993) Neue Drehs der DNA. *Spektrum Wissensch.* Mai, 33-40.
 SCHERER S (1995) Höherentwicklung bei Bakterien: Ist ein molekularer Mechanismus bekannt? In: MEY J, SCHMIDT R & ZIBULLA S (Hg) *Streitfall Evolution*. Stuttgart: Wiss. Verlagsges., im Druck.