

(Nagetiere) polyphyletischen Ursprungs sei, und in Frage gestellt, ob das Meerschweinchen überhaupt zu den Nagern gehöre. Mehrere daraufhin durchgeführte Untersuchungen kamen zu widersprüchlichen Ergebnissen. Jetzt wurde die komplette mitochondriale DNA des Meerschweinchens sequenziert und mit der anderer Säuger verglichen. Verschiedene methodische Ansätze zur phylogenetischen Rekonstruktion ergaben stark konsistente Ergebnisse, die der Monophylie der Nager widersprechen. Es wurde der Vorschlag gemacht, eine neue Ordnung einzuführen.

Eine kürzliche Reanalyse derselben Daten mit anderen Methoden kann für die mitochondrialen Sequenzen ebenfalls keine Monophylie der Nagetiere feststellen, bezweifelt jedoch die statistische Signifikanz des Baumes und hält die Befunde für zu schwach, um die Hypothese, daß Nagetiere monophyletischen Ursprungs seien, zu verwerfen. [D'ERCHIA AM, GISSI C, PESOLE G, SACCONI C & ÁRNASON Ú (1996) The guinea-pig is not a rodent. *Nature* 381, 597-600; CAO Y, OKADA N & HASEGAWA M (1997) Phylogenetic position of guinea pigs revisited. *Mol. Biol. Evol.* 14, 461-464] JF

Kreuzungen zwischen Echinodermen (Stachelhäutern) und Mollusken (Weichtieren)

Wissenschaftler vom Centre Océanographique de Rimouski der Universität Quebec führten Kreuzungsexperimente zwischen den Seesternarten *Leptasterias polaris* und *Asterias vulgaris*, der Seegurke *Cucumaria frondosa*, dem Seeigel *Strongylocentrotus droebachiensis*, der Venusmuschel

Tab. 2: Ergebnisse der Kreuzungen der im Text genannten Arten. Die Zahlen stehen für das jeweilige embryonale Stadium, z. B. „2“ = 2-Zell-Stadium. (Nach HAMEL & MERCIER 1994)

Spermien	Eizellen					Muschel
	Seesterne	Seegurke	Seeigel	Venusmuschel		
	<i>L. polaris</i>	<i>A. vulgaris</i>	<i>C. frondosa</i>	<i>S. droebachiensis</i>	<i>S. solidissima</i>	<i>M. edulis</i>
<i>L. polaris</i>	normal	Metamorphose	2	16	3	8
<i>A. vulgaris</i>	2	normal	4	32	4	8
<i>C. frondosa</i>	2	64	normal	Blastula (selten)	2	4
<i>S. droebachiensis</i>	unvollst. 1. Teil.	16	2	normal	unvollst. 1. Teil	8
<i>S. solidissima</i>	unvollst. 1. Teil.	32	2	16	normal	8
<i>M. edulis</i>	-	64	2	2	2	normal

Spisula solidissima und der Muschel *Mytilus edulis* durch. Die Kreuzungspartner stammen aus verschiedenen Tierklassen bzw. sogar aus verschiedenen Stämmen, sind also taxonomisch sehr weit voneinander entfernt. Die Versuche führten zu folgenden Ergebnissen (Tab. 2):

- Befruchtungen gelangen bei allen Kombinationen.
- bis auf wenige Ausnahmen entwickelten sich die befruchteten Eizellen nur bis maximal zum 64-Zell-Stadium.
- die meisten Embryonen waren nicht lebensfähig und zeigten eine chaotische Zellteilung.
- Ein darüber hinaus gehendes Stadium, das Blastulastadium, wurde beim Kreuzungspaar Seegurke x Seeigel erreicht, allerdings nur in weniger als 1% der Versuche.
- Lediglich beim nah verwandten Kreuzungspaar *Leptasterias polaris* (Spermatozoen) x *Asterias vulgaris* (Oozyten) entwickelten sich Nachkommen, die das Metamorphosestadium erreichten und überschritten. Die Entwicklung verlief ähnlich wie bei innerartlichen Kreuzungen von *A. vulgaris*. Unter natürlichen Bedingungen besteht eine Kreuzungsbarriere zwischen diesen beiden sympatrisch lebenden Arten aufgrund verschiedener Fortpflanzungszeiten. Die beiden Arten gehören derselben Ordnung an.

Eigenschaften der Hybriden wurden nicht beschrieben; die Autoren befassen sich in der Diskussion der Befunde hauptsächlich mit den natürlichen Kreuzungsbarrieren. Natürliche Bastarde sind den Autoren nämlich nur innerhalb von Gattungen von Echinoiden, Asteroiden und Korallen bekannt. Weitergehende Kreuzungen unter natürlichen Bedingungen scheitern an ökologischen Bedingungen und molekularen oder chemischen Strategien, z. B. geben manche Eizellen Stoffe ab, die die Beweglichkeit artverschiedener Spermien herabsetzen.

Die Autoren machen schließlich noch einen Vorbehalt: Zwar könne ein Zusammenhang zwischen den Befruchtungen und dem Eindringen der Spermien durchweg als gesichert gelten, so daß spontane Parthenogenese (Jungferzeugung) unwahrscheinlich sei, dennoch aber könne nicht ausge-

Tab. 1: Taxonomische Stellung der gekreuzten Arten. St Stamm, Kl Klasse, UKI Unterklasse

St	Echinodermata (Stachelhäuter)
Kl	Asteroidea (Seesterne)
	<i>Asterias</i>
	<i>Leptasterias</i>
Kl	Echinoidea (Seeigel)
	<i>Strongylocentrotus</i>
Kl	Holothuroidea (Seegurken)
	<i>Cucumaria</i>
St	Mollusca (Weichtiere)
Kl	Bivalvia (Muscheln)
UKI	Pteriomorphia
	<i>Mytilus</i>
UKI	Heterodonta
	<i>Spisula</i>

geschlossen werden, daß der Eintritt des Spermiums *Auslöser* für Parthenogenese gewesen sei. Das Grundtypkriterium, wonach sich kreuzende Arten zum selben Grundtyp gehören, wenn sichergestellt ist, daß beim sich entwickelnden Mischling das Erbgut beider Eltern ausgeprägt und die maternale Phase der Embryonalentwicklung überschritten wird (SCHERER 1993), kann aus diesem und den oben genannten Gründen nicht als erfüllt gelten.

[HAMEL JF & MERCIER A (1994) Occurrence of interspecific cross-fertilization among echinoderms and mollusks. *Invertebrate Reprod. Dev.* 26, 221-228; SCHERER S (1993) Basic types of life. In: SCHERER S (Hg) *Typen des Lebens*. Berlin, S. 11-30.] RJ

Evolutionäre oder adaptive Radiation?

In *Studium Integrale Journal* 3/1 wurde kurz auf die Formenkreislehre von Otto KLEINSCHMIDT aufmerksam gemacht. Dessen heute weithin vergessene Arbeiten haben unter Zoologen in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts erhebliche Beachtung erlangt. Nach KLEINSCHMIDT werden Arten zu sogenannten Formenkreisen zusammengefaßt, wenn sie auch über größere geographische Distanzen hinweg durch natürliche Kreuzungen verbunden sind. KLEINSCHMIDT hatte die Beobachtung gemacht, daß dagegen Zwillingarten, die im gleichen Areal vorkommen, oft völlig unverbunden nebeneinander her leben, obwohl sie sich morphologisch viel mehr gleichen als die geographischen Rassen und Arten innerhalb eines Formenkreises.

Hier soll nun ein interessantes Detail nachgetragen werden, das gelegentlich bei Formenkreisen zu beobachten ist. Es zeigt sich nämlich in mehreren Fällen, daß die morphologischen Abwandlungen innerhalb verschiedener Formenkreise einander stark ähneln, ohne daß als Ursache Umwelteinflüsse geltend gemacht werden können. Über eigene Studien schreibt ECK (1988a, S. 62) beispielsweise: „Der Zusammenhang von räumlicher Anordnung und Merkmalsanordnung in Proportionen und Pigmentierung der Nest- und Alterskleider bei den Kohlmeisen (*Parus major*) von *major* i. e. S. bis *bokharensis* wiederholt sich in räumlich anderer Reihung spiegelbildlich so genau bei den fernestehenden Blau- und Lasurmeisen (*Parus caeruleus* und *P. cyanus*) von *degener* bis *cyanus* i. e. S., daß es so abwegig nicht ist, von Programmierung zu sprechen.“ Und in einer anderen Arbeit (ECK 1988b, S. 105): „Im «Blauweisen-Typ» und im «Kohlweisen-Typ» präsentieren sich nicht nur zwei Meisen-Populationen, die am Ort ihres gemeinsamen Vorkommens durch eine Fortpflanzungsbarriere voneinander isoliert sind und ihren gemeinsamen Ahn Schritt für Schritt hinter sich gelassen haben. Vielmehr hängt an jedem dieser beiden «Typen» eine lange Reihe teils erblich differenzierter, sich jeweils über mehrere Kontinente hin vertretender Formen, ohne

daß irgendwo ein Brückenschlag zwischen beiden zu sehen wäre! Es lohnt sich, erst einmal diese zwei Gruppen als Ergebnisse getrennter Evolutionsprozesse vergleichend zu betrachten“ (Hervorhebung im Original).

ECK (1998b, S. 105) spricht von „Wiederholungserscheinungen im Sinne paralleler Evolution ohne Beteiligung paralleler Adaptation“ und von „evolutiver Radiation“, die er als Kontrast zur „adaptiven Radiation“ verstanden wissen will. Denn in vielen untersuchten Fällen sei die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, „daß die Entfaltung der Radiation im wesentlichen genetischer Steuerung unterliegt, d. h. keine Kongruenz zwischen Umbildungsstufen und Umwelteinflüssen zu erkennen ist.“ Das Phänomen sei damit freilich nur beschrieben, nicht jedoch erklärt. In jedem Fall ist es interessant genug, um den zugrundeliegenden Mechanismen nachzugehen.

[ECK S (1988a) Ist Otto Kleinschmidts Formenkreis-Konzept wieder aktuell? *Proc. Int. 100. DO-G Meeting, Current Topics Avian Biol.*, Bonn, S. 61-66; ECK S (1988b) Gesichtspunkte zur Art-Systematik der Meisen (Paridae) (Aves). *Zool. Abh. Staatl. Mus. Tierkd. Dresden* 43, 101-143.] RJ

Zweifel an einem berühmten Experiment

1980 veröffentlichten E. J. KOLLAR & C. FISCHER Ergebnisse eines vielbeachteten und oft zitierten Experiments. Durch Transplantationen konnten sie zeigen, daß Hühnerepithelium (oberflächliche Zellagen) des 1. und 2. embryonalen Visceralbogens, kombiniert mit Mesenchym von Mäuseembryonen aus der Region, wo der 1. Backenzahn gebildet wird, die Bildung der Zahnschmelzsubstanz Dentin induzieren kann, manchmal sogar vollständige Zähne. Dazu muß das Hühnerepithelium die Matrixproteine für den Zahnschmelz beisteuern. Außerdem induziert es die Dentinbildung im Mesenchym der Maus. Da Hühner wie alle heutigen Vögel keine Zähne besitzen, schien ein starkes Indiz dafür vorzuliegen, daß die heutigen Vögel von bezahnten Vorfahren abstammen, denn wie sonst sollten sie in der Lage sein, aufgrund von Induktionssignalen eines Fremdorganismus (Maus) Zahnschmelzproteine zu synthetisieren? Die Deutung war naheliegend, daß früher aktive Erbanlagen „stillgelegt“ waren und nun durch Induktion wieder aktiviert wurden.

Im Laufe der Zeit mehrten sich jedoch Zweifel. Denn die Möglichkeit einer Kontamination durch Epithelzellen der Maus kann nicht sicher ausgeschlossen werden, wie MARSHALL et al. (1994) herausstellen. Von einer Wiederholung des Experiments ist nichts bekannt. Außerdem spricht ein theoretisches Argument stark gegen die Deutung, „schlafende“ Gene seien reaktiviert worden: Aufgrund der Kenntnisse über Mutationen inaktiver Gene besteht keine Chance, daß ein stillgelegtes