Die Spiegelsymmetrie als grundlegendes Gestaltungsprinzip bei Tier und Mensch II

Zugleich ein Beitrag zu Erscheinung und Begriff des Morphogenetischen Feldes

Arne von Kraft

Experimente mit Imaginalscheiben von Insekten

Besondere eindrucksvolle, den gleichsam *autonomen Charakter* des Gestaltungsprinzips der Spiegelsymmetrie unterstreichende Phänomene haben entwicklungsphysiologische Untersuchungen an Imaginalscheiben von Insekten zutage gefördert. (Imaginalscheiben sind embryonale Zellkomplexe in Form von Epidermisverdickungen oder -einstülpungen, aus denen während der Metamorphose bestimmte Organe wie Flügel, Beine, Augen, äußere Genitalorgane usw. der Imago hervorgehen.) In diesen Untersuchungen wurden, vorwiegend bei der Taufliege *Drosophila* sowie den Schmetterlingen *Ephestia* (Mehlmotte) und *Lymantria* (Schwammspinner), Imaginalscheiben aus einer Larve entnommen und nach Zerschneidung in Halbscheiben oder andere, z.T. kleinere Fragmente, in eine andere Larve als Wirtsorganismus implantiert. Die Implanate wurden in einem späten Larvenstadium oder nach der Metamorphose aus der Imago herauspräpariert und untersucht. Ganz allgemein zeigten die Imaginalscheiben-Fragmente eine sehr starke Regulationsfähigkeit, d.h. die Fähigkeit der Ergänzung des Wegoperierten. Bezüglich der «Halbscheiben» bedeutet dies die spiegelbildliche Ergänzung zu einer normalen symmetrischen Ganzform; teilweise entstanden auch spiegelbildliche Verdoppelungen *beider* Halbscheiben (Bild 9, *Hadorn* et al. 1949, *Kroeger* 1958, 1959, *Ursprung* 1959, *Ulrich* 1971, *Rahn 1972, Dewes* 1972, 1973, 1975, *van der Meer* und *Ouweneel* 1974, *Postlethwait* 1975, *Stenzhorn* 1975, *Adler* 1978, u.a.). Versuche mit Imaginalscheiben-Fragmenten der Flügel- und Halteren-Anlagen bei *Drosophila* ergaben teils Regulationen zu Normalformen, teilweise aber auch die spiegelbildliche Verdoppelung bzw. Ergänzung der Fragmente selbst (*Adler* 1978, *Bryant* 1978). Entsprechendes brachten Versuche mit Teilimplantaten der Flügelimaginalscheibe von *Ephestia* (Bild 10): die Teilscheiben entwickelten sich zu spiegelsymmetrischen Doppelbildungen, wobei «die Schnittebene die Spiegelachse der Doppelbildung» ist (Bild 10 c-g, *Rahn* 1972). – Röntgenbestrahlungen von *Drosophila*-Larven bewirkten u.a. Defekte an den Flügel- oder Halteren-Imaginalscheiben, wobei dann die erhalten gebliebenen Teile dieser Scheiben

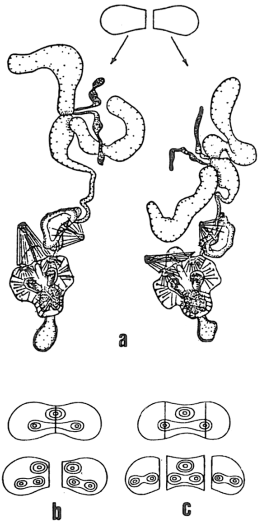

Bild 9:
Entstehung von zwei normalen symmetrischen Ganzbildungen des männlichen Geschlechtsapparates von *Drosophila melanogaster* aus median halbierten Genital-Imaginalscheiben (a oben) 55 Stunden alter Spenderlarven (a, stark vergrößert). In b bildhaft-symbolische Darstellung dieses Vorganges als zweifache Wiederherstellung und Symmetrisation eines morphogenetischen Selbstgliederungsfeldes. In c das Entsprechende nach zweifach «paramedianer» Teilung einer Imaginalscheibe. (a aus *Ursprung* (Organbezeichnungen weggelassen), b und c aus *Kühn* nach *Hadorn* et al., ergänzt).

meistens zu spiegelsymmetrischen Doppelbildungen führten (*Postlethwait* 1975). Besonders interessant sind die Untersuchungen von *Kroeger* (1958, 1959) an *Ephestia.* Er überpflanzte ganze Flügelimaginalscheiben erwachsener Raupen in die Leibeshöhle etwas jüngerer Raupen und erhielt durchweg spiegelsymmetrische Doppelbildungen: aus der Wundfläche der ursprünglichen Flügelanlage wuchs eine zur implantierten spiegelsymmetrische Imaginalscheibe hervor (Bild 10 a-b).

Auf die Eigenständigkeit der Spiegelsymmetrie als Gestaltungsprinzip weisen in den Untersuchungen von *Kroeger* besonders auch die *Fehlbildungen* bei den verdoppelten metamorphosierten Abkömmlingen der Flügelimaginalscheiben hin (Beispiele in Bild 11). *«Der größte Teil dieser Störungen findet sich … symmetrisch,* meist nicht nur seiner allgemeinen Natur nach, sondern bis in alle Einzelheiten hinein, *bei beiden Anteilen der Doppelbildung.» (Kroeger* 1958). Bei den unvollständigen Doppelbildungen ist charakteristisch, daß der Ausfall von Strukturelementen in der Mittelebene beginnt und von hier aus nach lateral fortschreitet (Bild 11 a-d). Bemerkenswert ist außerdem – dies scheint eine *allgemeine* Gesetzmäßigkeit der hier ablaufenden Entwicklungsvorgänge zu sein, – daß *entweder* eine symmetrische Ganzbildung entsteht *oder* eine «Halbbildung» bis zur Mittelachse oder -ebene des Organes. Die «Halbbildungen (gehen) stets genau bis zur Symmetrieachse des ganzen Organs», auch bei paramedianer (d. h. nicht genau medianer) Schnittführung (*Kroeger* 1959). – Die Gesamtheit der hier kurz beschriebenen Experimentalergebnisse an Insekten-Imaginalscheiben deuten nicht nur auf die entscheidende Wirksamkeit eines dynamischen Symmetrieprinzips in der Entwicklung hin, sondern auch auf die Wirklichkeit und Wirksamkeit morphogenetischer Felder (*Hadorn* et al. 1949, *Kroeger* 1958, 1959, 1960, *Dewes* 1972, u. a.). Diesen kommt die