©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck	Band 63	S. 165 - 175	Innsbruck, Okt. 1976

Morphallaktische Vorgänge bei der Regeneration von Bipalium kewense MOSELEY (Turbellaria: Tricladida)*)

von

Josef HAUSER, Sirlai M. G. FRIEDRICH und M. Ignez DIAS**)

(Histologisches Institut der Universität Sao Leopoldo und
Institut für Zoologie der Universität Innsbruck)

Morphallactic processes in the regeneration of Bipalium kewense MOSELEY (Turbellaria: Tricladida)

Synopsis:

The regeneration of a new head and of the whole body form in the turbellarian species *Bipalium kewense* has been studied in three different ways:

The hind end, broken off spontaniously or cut off intentionally, forms a regeneration cone, which enlarges laterally and becomes a head. Then, the rest of the hind end elongates getting thinner in the same process, until the whole reaches almost natural proportions.

A cut off head looses first its typical half moon form and becomes rod like. Then a new head is formed, followed by the elongation of the body.

The regeneration of a new head in the decapitated animal comes about exclusively through the lateral proliferation of the regeneration blastem.

The terms (of) "morphallaxis" and "epimorphose" should not be taken as mutually exklusive. They are supplementary to each other.

Die Regeneration ist heute eines der häufigsten Forschungsgebiete. Es werden hauptsächlich die für den Vorgang verantwortlich gehaltenen Elemente untersucht, Gradienten aufgestellt, cytologische Teilprozesse erforscht.

Alle diese Themen stehen nach wie vor im Zentrum unseres Interesses. Doch wollen wir uns in dieser Arbeit einer äußerlichen Erscheinung, dem morphallaktischen Prozeß zuwenden.

---

*) Die Arbeit wurde mit Unterstützung des Brasilianischen Forschungsrates CNPq. durchgeführt.
**) Anschrift der Verfasser: Univ.-Prof. Dr. J. Hauser S.I., UNISINOS, C.P. 275, 93000 Sao Leopoldo, Brasilien.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Denn allen Regenerationserscheinungen liegt eine Totum-Basis zugrunde. Das Tier „will" sich als eine Ganzheit „erleben". Es ist klar, daß die von uns verwendeten Worte: „Totum", „erleben", „wollen", „Ganzheit" etc. keineswegs im Sinne des DRIESCH-schen Vitalismus zu verstehen sind, sondern im Sinne des ganz einfachen Sprachgebrauchs.

Wir beobachten deutlich eine klare Tendenz, daß als primärer Vorgang die Wiederherstellung der ursprünglichen Körperform in den ursprünglichen Proportionen angestrebt wird.

Material und Methoden

Als sehr günstiges Objekt haben wir für diese Beobachtungen das *Bipalium kewense* gefunden. Erstens ist dieses Tier ein sehr gut regenerierendes Tier, zweitens gibt uns die typische Form des Kopfes Anlaß für Beobachtungen Schritt für Schritt, drittens fällt es ebenfalls ins Auge, daß der Körper auch in natürlichen Lebensverhältnissen Veränderungen aufweist; so wird das Tier z.B. beim Kriechen bedeutend länger und schmäler, als es im Ruhezustand ist.

Die Tiere stammen aus unserer unmittelbaren Umgebung. Dabei ist zu bemerken, daß diese Tiere in unserer Gegend (Land Rio Grande do Sul, Brasilien) nur in bewohnten Gegenden in Gärten, Höfen und Häusern und unter flachen Steinen und Brettern zu finden sind.

Zum Studium haben wir drei verschiedene Teile verwendet. Als erstes Beobachtungsobjekt kamen die natürlich abgeschnürten Schwanzstücke in Frage, die in Kulturschalen wie in der Natur häufig zu finden sind. Dabei haben wir zum Vergleich auch von ganzen Tieren ähnlich große Stücke abgeschnitten und deren Entwicklung weiterverfolgt. Die Schwanzabschnürung ist bei diesen Tieren der normale Vorgang der asexuellen Vermehrung. Er tritt in der Natur häufig auf. Dabei ist zu bemerken, daß nur ganz ausgewachsene Tiere ihren Schwanz abschnüren, und daß es manchmal auch zur Abschnürung von zwei Schwanzstücken kommt. Doch beobachteten wir in diesem zweiten Fall nie einen Ansatz zu einer gleichzeitigen Schwanz- und Kopfbildung, sondern es wird in beiden Stücken immer zuerst der Kopf gebildet und danach der Körper umgeformt.

Als zweites Objekt kamen die abgeschnittenen Kopfteile in Frage. Es wurden die Köpfe von ausgewachsenen Tieren etwa 16 — 20 mm hinter den zwei Halsflecken abgeschnitten. Da nur ausgewachsene Tiere verwendet wurden, haben wir etwas weniger Beobachtungen dieser Art. Dieses Maß von 16 — 20 mm wurde deswegen gewählt, weil die in der Natur gefundenen spontan abgeschnürten Schwanzstücke etwa dieselbe Größe haben.

Hier ist zu bemerken, daß wir eine spontane Kopfabtrennung nie beobachtet haben, höchstens eine Auflösung durch Verletzung oder Infektion.

Als drittes Objekt wurden jene Tiere beobachtet, von denen man gerade den Kopf abgeschnitten hatte.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Die sich regenerierenden Stücke wurden in Plastikschalen auf feuchtem Filtrierpapier gehalten. Die Papierstücke und die Schalen wurden täglich gewechselt, die Schalen gründlich mit Wasser und Detergenten ausgewaschen und mit reinem destillierten Wasser reichlich gespült. Sonst wurde keine Desinfektionsmaßnahme getroffen. Die Tiere wurden einzeln, d.h. jedes Stück in einer eigenen Schale in einem dunklen Raum gehalten, wo für eine Luftfeuchtigkeit von 95 — 100% gesorgt war. Die Temperatur wurde zwischen 18 und 20°C gehalten. Alle Arbeiten in dem Raum wurden nur bei rotem Licht ausgeführt.

Die Phasen der Entwicklung wurden photographisch festgehalten. Dabei wurden die Tiere zuerst „geweckt" und in Bewegung gebracht. Dabei zeigte sich beim Kriechen schon die neuentwickelte Form. Messungen wurden zum Teil an lebenden Tieren und zum Teil an Photographien vorgenommen, wobei beide Methoden aus leicht verständlichen Gründen nicht ganz genau sind.

Die Tiere wurden während der Regenerationszeit, auch nach dem Erscheinen des Pharynx, bis zur Beendigung des Prozesses nicht gefüttert. Auch ganze Tiere, denen der Kopf abgeschnitten worden war, die aber doch normale Verdauungsorgane (und auch Appetit) besaßen, bekamen keine Nahrung.

Wir betrachteten den Prozeß als beendigt, wenn die ursprüngliche Kopfform und die fast ursprünglichen Körperproportionen hergestellt waren. Wir sagen „fast ursprüngliche", weil die ganz genauen Verhältnisse zwischen Kopfgröße, Körperlänge und Körperbreite nie genau erreicht wurden, da diese erst nach der Fütterung und dem darauf folgenden Wachstum von etwa einem Monat Dauer zustande kommen.

Die Zeichnungsfiguren wurden auf der Grundlage von Photographien durch Nachzeichnen der Konturen und Verschwindenlassen des Bildes hergestellt. Als Photomaterial wurde Kodak Plus × verwendet. Die Aufnahmen sind mit einem Belichtungsautomat vom SEIBERT EMO-OPTIK WETZLAR EBM-3 in Verbindung mit einer Leica-Kamera durchgeführt. Es wurde ein Stereo-Mikroskop VARIMEX PZO MST 130 benutzt. Einige Aufnahmen wurden mit einer direkt angekoppelten Contaflex mit Ringblitz Sunpak aufgenommen.

Ergebnisse

Der Wiederherstellungsprozeß besteht aus zwei Hauptphasen, die beide noch unterteilt werden müssen. Die erste Etappe ist die Wiederherstellung der äußeren Form des Kopfes, die zweite Hauptphase die Wiedergewinnung der Proportionen von Länge und Breite des Tieres und das Verhältnis des Körpers zur Kopfgröße.

Unsere Analyse wird eingeteilt nach den drei verschiedenen Ausgangsobjekten: Zuerst betrachten wir die spontan abgeschnürten Schwanzstücke, wobei die abgeschnittenen Schwanzstücke wegen des weitgehend identischen Prozesses miteingeschlossen werden, dann die Umstellung des abgeschnittenen Kopfes, und zum Schluß beobachten wir, wie das „geköpfte" doch sonst ganze Tier seinen neuen Kopf bildet (Fig. 1., 2.).

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

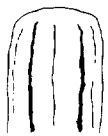

Fig. 1

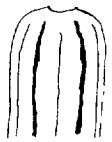

Fig. 2a

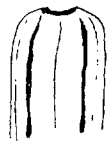

Fig. 2b

Bei der Beobachtung der spontan abgeschnürten Schwanzstücke fällt auf, daß der Abschnürungsprozeß durch eine e i n s e i t i g e Einkerbung eingeleitet wird, die in drei bis fünf Stunden auf den ganzen Körperteil übergreift. Danach ist das ganze Stück in weniger als einer Stunde abgetrennt.

Charakteristisch ist für diesen Vorgang, daß die Wundfläche schon durch die vorangegangene Einschnürung auf ein Minimum reduziert ist. Es ist auch typisch, daß die schwarzen, seitlichen Rückenlinien links und rechts sich nach innen beugen, ohne daß sie die Mittellinie berühren.

Bei Schwanzstücken, die wir abgeschnitten haben — etwa in derselben Größe wie die spontan abgeschnürten Stücke — zeigte sich als erstes Phänomen das Zusammenziehen der Ring-muskeln in der Nähe der Schnittstelle, wodurch die Wundfläche auf ein Minimum reduziert wurde (Fig. 2b). Eine Membranbildung, die die Wunde abschließt, wie sie bei anderen Geoplaniden auch von uns beschrieben wurde, konnten wir weder makroskopisch noch mit Lupenvergrößerung feststellen. Doch aus Neugierde angefertigte histologische Schnitte zeigten deutlich eine strukturlose Membranbildung. Elmi-Studien sollten ergeben, ob diese Membrane wirklich so strukturlos ist. Doch gehört dieses Problem nicht zu unserem jetzigen Thema.

Die kleingewordene Wundfläche bleibt bei makroskopischer Beobachtung oder in Lupenvergrößerung vier bis fünf Tage lang anscheinend unverändert. Erst nach sechs Tagen erscheint in der Mitte der Schnittfläche eine kleine Wölbung (Fig. 3.), die dann Tag für Tag rasch zunimmt und in zehn bis zwölf Tagen einen richtigen Regenerationskegel bildet (Fig. 4.). Die Masse der Regenerationskegel ist pigmentlos. Die Bildung der Wölbung und der Regenerationskegel sind bei den natürlich abgeschnürten und bei den abgeschnittenen Schwanzstücken gleich.

Fig. 3

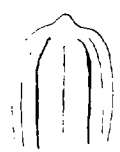

Fig. 4

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Nach der Bildung des typischen Regenerationskegels tritt die zweite Unterphase ein, die bei den übrigen Geoplaniden bisher nicht beobachtet und nicht beschrieben wurde. Dieser Schritt besteht aus der seitlichen Ausbreitung des Regenerationskegels. Es bildet sich eine breite weiße Masse, die die ganze Tierbreite einnimmt (Fig. 5.). Die Krümmung der Linien gibt nach, sie werden langsam gerade. Dieses Vorkopfpolster wächst nach der Seite und nach vorne. Es bildet sich ein neues Stück, das aus neuem pigmentlosem Gewebe besteht und die Breite des ursprünglichen Schwanzstückes erreicht und vorne etwa einen Millimeter vorragt.

Der darauf folgende Schritt ist eine kleine Einschnürung gerade unterhalb des neuen weißen Vorkopfpolsters (Fig. 6.). Dabei nimmt die Breite des Vorkopfpolsters etwas ab, doch wächst es mehr nach vorne. Die Breite des übrigen Teiles ist noch unverändert, nur die zwei schwarzen Seitenlinien scheinen an ihren Spitzen sich aufzulösen oder wenigstens sich aufzublähen (Fig. 7.).

Der weitere Vorgang besteht in der Vergrößerung und Vorwölbung des Kopfes. Die Verbindung zwischen Kopf und Rest ist der eingeschnürte Teil. Der Kopf wächst dann weiter nach vorne und nach der Seite und überragt die Breite des restlichen Stückes, ohne daß dieses schmäler wird (Fig. 8.). Diesem Vorgang können wir anhand der Umbildung des Winkels, der durch die Einschnürung entstanden ist, folgen. Dieser Winkel war ursprünglich weit über 120 Grad und geht nun langsam in einen rechten Winkel über (Fig. 9). In diesem Zustand ist die Breite des Körpers noch unverändert; die Breite des Kopfes überragt die Breite des Körpers etwa zweimal.

Fig. 5

Fig. 6

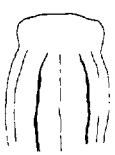
Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

Bei diesem Zustand tritt der morphallaktische Regenerationsvorgang in seine zweite Hauptphase, in der der Körper umgebildet wird und die ursprünglichen Proportionen wiederhergestellt werden.

Obwohl der Kopf noch nicht ganz ausgebildet ist, geht jetzt der zweite Vorgang rascher vor sich. Der Körper streckt sich in die Länge und wird dabei natürlich auch schmäler. Dabei wird der Kopf, obwohl die neuerworbene Form bleibt, proportional kleiner. So wandelt sich ein ursprünglich 20 mm langes und 4 mm breites Schwanzstück in ein Tier, das 40 — 50 mm lang und 0,8 — 1 mm breit ist.

Während des Formbildungsprozesses sind noch drei Vorgänge zu beobachten. Erstens fällt die klare Ausbildung der zwei dunklen typischen Halsflecken auf, die

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

sich aus der vorher erwähnten Aufblähung der Seitenlinien bilden. Zweitens hat der Kopf in diesem Zustand bereits die endgültige Größe und Form. Der vorher schon erwähnte Winkel bleibt in der endgültigen Form weit unter 90 Grad (Fig. 10.). Drittens beginnt auf der Ventralseite des Tieres der neugebildete Pharynx durchzuschimmern. Der Pharynx ist in diesem Zustand schon funktionsfähig; das Tier nimmt, sobald es Futter bekommt, dieses zu sich.

Fig. 10

Bei den Schwanzregenerationen ist festzustellen: Vor der Fütterung kommt es nie zu einer vollen Wiederherstellung der Proportionen. Doch ist es beachtlich, wie stark die „Bestrebungen" (Trieb oder Mechanismus) zu einer größtmöglichen Formähnlichkeit sind.

Regeneration des Kopfstückes:

Der morphallaktische Regenerationsprozeß des abgeschnittenen Kopfstückes (Fig. 11.) besteht aus verschiedenen Vorgängen. Zuerst kommt es zu einer Rückbildung des Kopfes zu einem Rumpfstück und darauf folgt die Neubildung des Kopfes und des Körpers.

Zur besseren Begründung fügen wir an Figuren 11., 12. und 13. je eine Photographie als Figur 11a, 12a und 13a hinzu.

In der ersten Phase stellen wir eine Deformierung des Kopfes fest. Die halbrunde Form wird allmählich spitz und die Breite des Kopfes nimmt ab (Fig. 12.).

Fig. 11

Fig. 12

Fig. 13

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

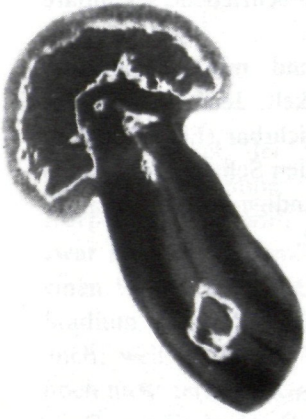

Fig. 11a

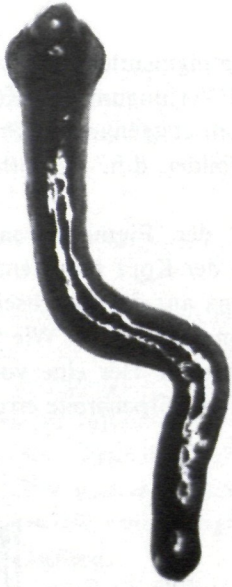

Fig. 12a

Fig. 13a

Die neugebildete Spitze besteht zwar aus pigmentiertem Gewebe, ist aber eine Ansammlung von Neoblasten und wird fast nur aus diesen gebildet, wobei die Deckschicht die alte geblieben zu sein scheint.

Dann werden die Seitenteile des Kopfes immer schmäler und die Spitze rundet sich allmählich ab (Fig. 13.) bis die Breite des Körperstückes erreicht ist (Fig. 14.). Dabei verschwindet die pigmentierte Spitze völlig und an ihre Stelle tritt eine Wölbung aus nichtpigmentiertem Gewebe. Zugleich mit diesen Vorgängen bildet sich der Schwanz.

Fig. 14

Von nun an laufen drei Vorgänge parallel: die Bildung des neuen Kopfes in den neuen Größenverhältnissen, die Längsstreckung des Körpers und die Bildung des Schwanzendes. Bei der Kopfentwicklung wiederholt sich die schon erwähnte Einschnürung. Am Schwanzende bildet sich als ein schmälerer Anhang ein Re-

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

generationskegel, der auch aus völlig pigmentlosem Gewebe besteht (Fig. 15.). Die parallel laufende Verlängerung und Verjüngung des Körpers geht jetzt rasch vor sich (Fig. 16.). Zum Unterschied vom erstgenannten Prozeß wird der Kopf schon in den endgültigen Proportionen gebildet, d.h. die vorher beschriebene sekundäre Verkleinerung fällt weg.

Zugleich mit der Neubildung der Pigmentierung und mit der leichten Abrundung des Schwanzes ist auch der Kopf fertig entwickelt. Jetzt ist auch der neugebildete funktionsfähige Pharynx auf der Bauchseite sichtbar (Fig. 17.). Das Tier nimmt Nahrung auf und beginnt zu wachsen. Wie bei den Schwanzregeneranten wird erst beim ganz ausgewachsenen Tier eine vollständige Proportionalität zwischen Kopfgröße, Körperlänge und Körperbreite erreicht.

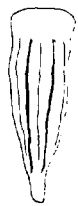

Fig. 15

Fig. 16

Fig. 17

Regeneration des abgeschnittenen Kopfes:

Dieser Prozeß ist äußerlich der einfachste, da praktisch keine Rückbildungsvorgänge zu sehen sind. Es kommt auch nicht zu einer sichtbaren oder meßbaren Verschmälerung oder Verlängerung des Körpers, wobei vorausgesetzt ist, daß das Ausgangstier ein ausgewachsenes Exemplar war, dem eben nur der Kopf abgeschnitten wurde (Fig. 18.).

Der Vorgang beginnt mit der Bildung eines pigmentlosen Regenerationskegels, der sich langsam zu dem schon beschriebenen Vorkopfpolster entwickelt (Fig. 19.) Das Gewebe ist in diesem Zustand noch völlig weiß.

Dann folgt die zweiseitige leichte Einschnürung und die Vorwölbung des neugebildeten pigmentlosen Teiles (Fig. 20.).

Die Weiterentwicklung nimmt hier ihren eigenen Weg. Der Kopf bildet sich durch seitliches Wachstum und Vorwölbung weiter, so daß der Kopfteil weit über die Breite des restlichen Körpers hinausragt (Fig. 21., 22.). Die Ausbildung der zwei typischen Halsflecken erfolgt über die Aufschwellung der zwei seitlichen Linien.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

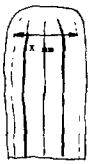

Fig. 18

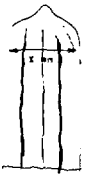

Fig. 19

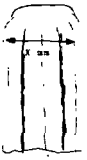

Fig. 20

Fig. 21

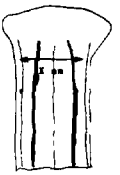

Fig. 22

Der Winkel, den der wachsende Kopf mit der Randlinie des Körpers einschließt, wird immer kleiner, da der Kopf in die Breite wächst, ohne daß der Körper schmäler wird. Das Wachstum des Kopfes bleibt eine Zeit lang stehen, und zwar in dem Stadium, wenn die hintere Linie des Kopfrandes mit der Seitenlinie einen Winkel von 90 Grad einschließt (Fig. 23.). Wahrscheinlich gehen in diesem Stadium durchgreifende Änderungen in den Geweben vor sich. Das vermuten wir auch, weil in diesem Stadium die ersten Pigmentflecken im neugebildeten aber noch nicht fertigen Kopf erscheinen.

Gegen Ende des Prozesses wird die Pigmentierung viel reicher, und der Kopfwinkel schließt merklich weniger als 90 Grad ein (Fig. 24.).

Die geschilderten morphallaktischen und nur makroskopisch und mit der Lupe beobachteten Vorgänge deuten histologische Umwälzungen des Körpers an: eine völlige Umformung des lebendigen Gewebes. Die Analyse des Prozesses, bei dem ein Schwanzstück, das in dem lebenden tier nur als Schwanz funktionierte, fähig wird, von nun an als ein ganzes Tier zu existieren, wobei Organe ausgebildet werden, für die gar keine „Vorlage" im geweblichen Sinne da war, ist im Gang.

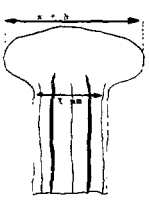

Fig. 23

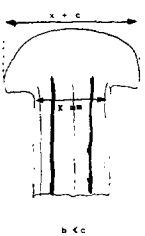

Fig. 24

Diskussion:

In erster Linie sollte hier der Begriff der Regeneration, speziell der morphallaktischen Regeneration, neu erörtert werden.

NEEDHAM (1965) hat schon auf die Tatsache hingewiesen, daß die älteren Autoren (z.B. DRIESCH, CHILD, MORGAN, STEINMANN etc.) die Termini bezüglich der Regeneration in verschiedenen Bedeutungen verwendet haben.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

STEINBÖCK (1966) beklagt sich deswegen und versucht, die Verwirrung zu überwinden. Er stellt nämlich fest, daß Morphallaxis im MORGAN'schen Sinn Epimorphose nicht ausschließt. Er hat richtig beobachtet, daß die äußeren Formveränderungen von tiefgehenden inneren Gewebeumwälzungen begleitet, ja sogar (so müssen wir hinzufügen) verursacht sind. Es handelt sich nämlich nicht nur um „eine mehr oder weniger amoeboide Umlagerung des geschädigten Stückes zur Wiederherstellung der ursprünglichen Form". (STEINBÖCK, 1966, S. 408).

BRONDSTED (1968) stellt das Regenerationsgeschehen in seiner zusammenfassenden Arbeit „The Planarian Regeneration" im Lichte der heutigen Kenntnisse dar. Doch erwähnt er weder die verschiedenen Übergangsformen der Kopfregeneration, noch analysiert er die, im Innern des Tieres verlaufenen Vorgänge, noch die Verhältnisse zwischen Morphallaxis und Epimorphose in bezug auf diese Übergangsformen.

Anhand unserer eigenen Arbeiten möchten wir die Morphallaxis nicht als eine Form der Regeneration auffassen, die Epimorphose ausschließt, sondern als eine Äußerung der Umbildungsprozesse, die das Ganze erfassen und sich makroskopisch in der Umgestaltung der Form zeigen. Damit schließen wir uns WOLF an, der gerade unter diesem Begriff den Prozeß von inneren Umwälzungen versteht. Leider weist er nicht darauf hin, daß Morphallaxis ursprünglich eine andere Bedeutung hatte. Das stabförmige Schwanzstück, das sicher nicht alle Organe, ja nicht einmal Stücke von allen enthält, bekommt die typische Form des ausgewachsenen Tieres en miniature. Die Neubildung ist voll lebensfähig. Die regenerierten Tiere fressen geradezu gierig und erreichen in relativ kurzer Zeit normale Größe.

Aus einem Teil wird also ein Ganzes. Das ist nur dann zu verstehen, wenn wir nicht nur bloße Verschiebungen von Teilstrukturen annehmen, sondern volle Umbildung schon vorhandener Strukturen. Eine bloße Epimorphose (ohne Morphallaxis) wäre auch undenkbar, wenn dieser Prozeß nur ein Neuwachstum (Blastembildung) wäre. Es entstünde nämlich die Frage nach der Herkunft des Blastems. Die ursprünglichen Neoblasten (undifferenziert gebliebene Zellen) genügen trotz ihrer regen mitotischen Tätigkeit zahlen- und massenmäßig nicht.

Der Wiederherstellungsprozeß ist viel komplizierter und vielseitiger, als daß die Neoblasten dazu genügen könnten. Es ist ein völliger Umbau des schon vorhandenen und differenzierten Gewebes anzunehmen.

Wir haben den Prozeß als Ganzes histologisch noch nicht erfassen können. Doch berechtigen uns die Teilergebnisse zur Hypothese, daß es eigentlich nur eine Art von Regeneration gibt. Morphallaxis und Epimorphose stellen nur zwei parallele Prozesse im selben Geschehen dar.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Literatur:

ABELOOS, M. (1932): La régénération et les problèmes de la morphogenèse. Paris: Coll. actual. biol.

BARDEEN, C. R. (1903): Factors in heteromorphosis in Planarians. Arch. Entwickl.-Mech. Org., **16:** 1 - 20.

BRONDSTED, H. V. (1968): Planarian Regeneration. Pergamon Press, London.

CHILD, C. M. (1903): Fission and regulation in *Stenostoma*. Arch. Entwickl.-Mech. Org., **15** 187 - 237.

CHILD C. M. (1906): Contributions toward a theory of regulation. I. Significance of the different methods of regulation in Turbellaria. Arch. Entwickl.-Mech. Org., **20:** 380 - 426.

CHILD C. M. (1907): The localisation of different methods of formregulation in *Polychoerus caudatus* Arch. Entwickl.-Mech. Org., **23:** 227 - 248.

CHILD C. M. (1909): The regulatory change of shape in *Planaria dorotocephala* Biol. Bull. **16:** 227 - 296.

COE, W. R. (1929): Regeneration in Nemerteans. J. exp. Zool., **54:** 411 - 459.

GOETSCH, W. (1921): Regeneration und Transplantation bei Planarien. Arch. Entwickl.-Mech. Org., **49:** 359 - 382.

GOETSCH, W. (1929): Das Regenerationsmaterial und seine experimentelle Beeinflussung. Arch. Entwickl.-Mech. Org., **117:** 211 - 311.

GOETSCH, W. (1933): Verbreitung und Biologie der Landplanarien. In: Fauna Chilensis II. Zool. Jb. Abt. Syst., **64:** 245 - 288.

HANSON, E. D. (1960): Asexual reproduction in acoelous turbellaria. Yale J. Biol. Med., **33:** 107-111

KEIL, E. (1924): Studien über Regenerationserscheinungen an *Polycelisnigra*. Arch. mikr. Anat., **102:** 452 - 488.

KEIL, E. (1929): Regeneration in *Polychoerus caudatus* MARK. Biol. Bull., **57:** 225 - 244.

KORSCHELT, E. (1927): Regeneration und Transplantation. I. Regeneration. Berlin,

LÜSCHER, M. (1952): Die Ursachen der tierischen Regeneration. Experientia, Basel, **8:** 81 - 84.

MORGAN, T. H. (1898): Experimental studies of the regeneration of Planaria maculata. Arch. Entwickl.-Mech. Org., **7:** 364 - 397.

MORGAN, T. H. (1900): Regeneration in *Bipalium* Arch. Entwickl.-Mech. Org., **9:** 563 - 568.

MORGAN, T. H. (1900a): Regeneration in Planarians. Arch. Entwickl.-Mech. Org., **10:** 58 - 134.

NEEDHAM, A. E. (1965): Regeneration in animals and related problems. Int. Sympos. Athens. Amsterdam: North-Holland Publ. Co. 283 - 323.

STEINBÖCK, O. (1954): Sobre la misión del „plasmodio digestivo" en la regeneración de *Amphiscolops* (Turbellaria acoela). Publ. Inst. Biol. apl., Barcelona, **17:** 101 - 117.

STEINBÖCK, O. (1955): Regeneration azöler Turbellarien. Verh. Dtsch. zool. Ges., Tübingen 1954, P. 86 - 94.

STEINBÖCK, O. (1963): Regenerations- und Konplantationsversuche an *Amphiscolops* sp. (Turbellaria acoela) Arch. Entwickl.-Mech. Org., **154:** 308 - 353.

STEINBÖCK, O. (1967): Regenerationsversuche mit *Hofstenia giselae* STEINB. (Turbellaria Acoela). Roux' Arch. f. Entwickl.-mech., **158:** 394 - 458.

STEVENS, N. M. (1902): Notes on regeneration in *Planaria lugubris*. Arch. Entwickl.-Mech. Org., **13:** 396 - 408.

WOLFF, E. (1974): Experimentelle Embryologie. In: Allgemeine Biologie. Band 3, Fischer Verlag, Stuttgart.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: 63

Autor(en)/Author(s): Hauser Josef, Friedrich Sirlai M.G., Dias Ignez M.

Artikel/Article: Morphallaktische Vorgänge bei der Regeneration von Bipalium kewense Moseley (Turbellaria: Tricladida). 165-175