

Neotenie und Albinismus bei *Triturus vulgaris vulgaris*

Gerhard Benl

1 Abbildung

Herrn Prof. Dr. R. Mertens anlässlich seines 70. Geburtstages in Hochachtung zugeeignet.

Am 6. 11. 1964 erhielt ich von Herrn Hj. KÖPKE („Isis“-München) eine 2,8 cm lange Teichmolch-Larve, die er am 25. 10. 1964 beim Tümpeln in dem etwa 0,6 m tiefen Weiher zu Puchheim-Ort (17 km westl. von München) gefangen hatte. Die Haut des Tieres war farblos, nur das Auge enthielt schwarzes Pigment. Das Suchen nach einem zweiten Weißling blieb bislang erfolglos. Bei abwechslungsreicher Ernährung wuchs die Larve in einem mäßig bepflanzten und schwach durchlüfteten Vollglasbecken binnen zweieinhalb Monaten zur Länge von 5,2 cm heran (Abb.). Nie schwamm sie an die Oberfläche, um Luft zu holen, wie das normalerweise geschieht, sobald sich die Amphibienlunge auszubilden beginnt. Teichmolchlarven erreichen gewöhnlich Längen von 2,4 bis 3,4 cm; dann setzt ihre Metamorphose ein; nach ihrem Abschluß verlassen die Molche das Wasser. Leider ging unser Tier am 31. 1.

1965 ein, nachdem es tags zuvor noch einen kleinen Regenwurm gefressen, in den drei vorangegangenen Tagen allerdings schon eine blassere Farbe seiner erst tiefroten Kiemen gezeigt hatte. Bei der am 1. 2. 1965 von Herrn Prof. Dr. H.-H. REICHENBACH-KLINKE vorgenommenen Untersuchung stellte sich eine Pseudomonaden-Infektion heraus, die wohl bei der schwächlichen Konstitution des Albinos zum Tode des Molches geführt hatte.

Daß unsere einheimischen Tritonen auf der Larvenstufe verharren können, ist durch die Literatur lange bekannt. So teilte v. SCHREIBERS 1833 in OKENS „Isis“ (p. 528/29) mit, er habe mit Büschelkiemen ausgestattete Wassersalamander („Pseudoproteen“) von der Größe völlig erwachsener Individuen angetroffen; und diese Quappen seien geschlechtsreif gewesen. Aufsehen erregte im Jahre 1861 der Fund im Formazzatal (Prov. Ossola, Pie-

monte), wo de FILIPPI aus einem tiefen Tümpel 50 ausgewachsene Bergmolche (*Triturus a. alpestris*) geborgen hatte, von denen nur zwei normale Volltiere waren, während alle anderen zwar auch sexuell entwickelt, jedoch im Larvenkleide verblieben waren, also noch Kiemen und einen Ruderschwanz mit breitem Flossensaum trugen. Eindeutig als solche bezeichnete Teichmolche in ständiger Jugendtracht fand JULLIEN am 11. und 13. 4. 1869 bei Crouy (Châtillon/Paris): Die vier Tiere seines ersten Fanges sezierte er, wobei sich ihre Geschlechtsreife ergab; die beiden ♀♀ des zweiten Fanges laichten am 16. 4. 1869. Etwa acht Jahre später lag auch von *Triturus c. cristatus*, dem Kammolch, eine geschlechtsreife, aquatile Dauerform vor.

Für die Erscheinung, daß im Entwicklungsgang der Lurche regelmäßig (Olm, Axolotl) oder ausnahmsweise (*Triturus*) die Larvenform beibehalten wird, führte KOLLMANN 1884 die Bezeichnung Neotenie (von jung, ausdehnen, sich erstrecken) ein. Handelt es sich nicht nur um eine Verlängerung des juvenilen Zustandes, dem schließlich doch die Umwandlung zum geschlechtsreifen Landtier folgt, sondern um eine Konservierung larvaler Merkmale (Kiemenatmung) mit allen Zeichen der sexuellen Reife, spricht man von totaler, im anderen Fall von partieller Neotenie¹.

In der Folgezeit liefen aus den verschiedensten Gegenden Berichte über das Vorkommen total neotenischer Molche ein. Meist ging es dabei um den Bergmolch. So erwähnt WOLTERSTORFF (Bl. 37 : 119, 1926) einen Fund von 37 Exemplaren des *T. alpestris* aus der Herzegowina, und in einigen Seen der Südalpen scheinen neotene Bergmolche nicht seltener zu sein als normal entwickelte². Weniger häufig stieß man auf geschlechtsreife Teichmolch-Larven. F. WESTHOFF (Zool. Anz. 16 : 256) berichtete 1893 über den Fang eines neotenen ♀ von 8 cm Länge aus einem Tümpel der Koerheide bei Münster/W. — WOLTERSTORFF erwähnte 1896 (Bl. 7 : 122; Zool. Gart. 37 : 330) zwei weitere Fälle isolierten Auf-

tretens: Eine 5 cm lange Larve vom Biederitzer Busch bei Magdeburg wuchs auf 6,5 cm heran und wies sich als ♂ aus; ein aus den einstigen Sümpfen am Halensee (Berlin) stammendes neotenes ♀ mit typischer Färbung seiner Oberseite und blutroten Kiemen wurde im Zoologischen Institut Jena gepflegt.

Überraschenderweise holte ZELLER (1899) aus einem größeren über 3 m tiefen Wasserloch eines verlassenen Steinbruchs bei Winnenden (Württ.) mit zwei Fängen gleichzeitig 12 neotene Berg-, 15 Teichmolche und einen Kammolch; daneben gab es dort viele Volltiere dieser drei Arten. Die größten der *vulgaris*-Larven maßen 8,5 cm. WICHAND (1906) barg bei Leipzig (in den Zschocherschen Lehmlachen) drei männliche Larven von 6,5, sowie von 7 und reichlich 8 cm und eine weibliche von 7 cm Länge; sämtliche Tiere waren geschlechtsreif. Anfang Juli 1952 fing O. E. STRECK aus dem Schwanenteich in Berlin-Weißensee neotenisches Teichmolch-♀♀ (FREYTAG 1954, Abb. 41/42), die sich in der Gefangenschaft bald verwandelten. Drei Funde neotener *vulgaris* in Schweden (1 Exemplar aus Västergötland, 6 von zwei verschiedenen Stellen in Schwedisch Lappland) gaben 1959 T. GISLÉN & H. KAURI (Acta Vertebr. 1:234) bekannt; es handelte sich auch hier ausschließlich um mehr oder weniger normal gefärbte Stücke.

Ein erster Massenfund neotenischer Teichmolche war BOETTGER & SCHWARZ (1928) gelungen: Aus einem Tümpel im Boden einer tiefen Ziegeleigrube bei Frankfurt/Oder erbeuteten sie über hundert Exemplare — fast ausnahmslos ♀♀. Die Nachkommen dieser Tiere (über die jeweiligen männlichen Partner fehlt eine genaue Angabe) verwandelten sich in der üblichen Zeit zu Vollmolchen. Unter den von de FREMERY (1928) aus Gewässern nördlich von Utrecht (bei Hilversum und Baarn) jahrelang und zu den verschiedensten Zeiten gesammelten, neotenischen Teichmolchen hielten sich einzelne Tiere im Aquarium, ohne sich zu verwandeln; ein ♀, das noch vier

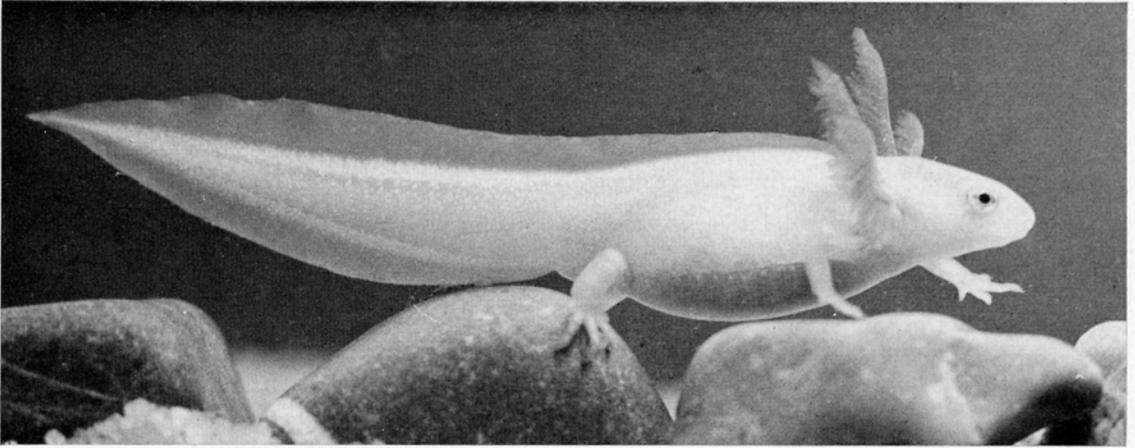
Jahre ohne Metamorphose lebte, laichte in dieser Zeit zweimal; die meisten wurden aber in der Kultur innerhalb von zwei Monaten zu Landtieren. De FREMERY unterscheidet darum zwischen neotenisch-labilen und neotenisch-stabilen Formen; sie sind durch zahlreiche Übergänge („demi-Tritons“) miteinander verbunden. Bei den Nachkommen neotener Eltern wurde eine beträchtliche Verzögerung der Metamorphose festgestellt; sie nahm fast ein Jahr in Anspruch.

HARTWIG & ROTMANN fingen aus einem Teich (2 bis 2,5 m Tiefe; zur Hälfte mit Flachufer!) am nördlichen Stadtrand Kölns von April bis August 1937 insgesamt 2006 *Triturus v. vulgaris*, darunter 293 (=14,6%) mit Merkmalen neotener Tiere, größtenteils wiederum ♀♀. Neben „vollneotenen“ (63%) mit großen Kiemen und breitem Flossensaum befanden sich darunter auch „halbneotene“ (28%) und schon fast verwandelte Übergangsformen (mit nur noch geringen Kiemenresten) zur Normalform; die Durchschnittslänge betrug 6,9 cm. Vollneotene Molche waren spätestens 68 Tage nach dem Einsetzen in ein Aquarium metamorphosiert, unabhängig davon, ob das Becken mit Teich- oder mit Leitungswasser gefüllt war; die Verwandlung verlief umso schneller, je später man die Tiere gefangen hatte. Kreuzungen vollneotener Eltern³ entstammen 32 Larven, die sich im normalen Zeitraum entwickelten⁴.

Die Farbe neotenischer Tritonen kann weitgehend mit jener der Landtiere übereinstimmen. Man kennt aber auch Fälle, wo die aquatile Dauerform in ihrer Färbung ebenso von der gewöhnlichen Larve wie vom Vollmolch abweicht. Gelegentlich werden neotene Molche in pigmentlosem bzw. fast unpigmentiertem Zustande angetroffen. Während totaler Albinismus nur von einem (nichtneotenen) Vertreter des westeuropäischen *Triturus boscai* beschrieben ist (FREYTAG 1951), wurden Fälle von partiellem Pigmentausfall bei unseren heimischen Molchen öfter bekannt. Man spricht dann besser von albinistischen, nicht

von albinotischen Individuen, selbst wenn sich erstere äußerlich nur durch den Besitz schwarzer Pupillen von letzteren unterscheiden⁵. Vor allem vom Bergmolch wurden in den Alpenseen immer wieder mehr oder weniger leukotische Formen larvaler Prägung beobachtet. Einen ersten Bericht über „neotenische, albinotische Larven von *Triturus vulgaris* L.“ gab 1917 K. PRIEMEL (Bl. 28 : 131). Aus einem molchreichen Tümpel unweit Frankfurt/Main-Rödelheim, hatte im Frühjahr 1915 eine Kleintierfängerin im Abstand von einigen Wochen zwei „pigmentlose“ Larven von je 3 cm Länge gefischt, die anschließend im Aquarium des Frankfurter Zoos gepflegt wurden. Sie erreichten, wie später SCHREITMÜLLER (1923) mitteilt, im Laufe von 7 Jahren Längen von 8,5 und 9,5 cm⁴. Das eine Stück zeigte dann allerdings schon etwas rückgebildete Kiemen und einen rundlichen Schwanz⁶.

An einem der von de FREMERY (1928) und van SWINDEREN (1929) ausgemachten Fundorte in der Provinz Utrecht für neotene Teichmolche traf van SWINDEREN auch auf albinistische ♀♀. „Unter den metamorphosierten Tritonen, welche in diesem Teich sehr zahlreich sind, fand ich keinen einzigen Albino. Ebenso wenig fand ich eventuelle Übergangsstadien zwischen albinotischen und normal pigmentierten Tritonen. Hierzu kommt noch, daß dieser Albinismus stets bei den am meisten ausgeprägten und stabil-neotenischen Exemplaren vorkommt und nicht etwa bei Tieren, welche in ein Aquarium übergebracht, nach einiger Zeit in die Metamorphose eintreten.“ 1941 berichtete PROCTER über einen neoten-albinistischen, 61 mm langen Teichmolch (vermutlich männlichen Geschlechts), den man im Frühjahr 1940 in einem flachen Weiher bei Meanwood (England) gefangen und ihm im November überbracht hatte; der Weiher war im vorangegangenen Winter völlig zugefroren gewesen. Das Tier wurde dann vom Zoologischen Institut der Universität Leeds übernommen, starb aber schon am 17. 12. 1940, nachdem es Anzeichen beginnender



Albinistische Larve des Teichmolches (*Triturus v. vulgaris*) aus Puchheim-Ort/Bayern.

Albino-larva of the common newt (*Triturus v. vulgaris*) from Puchheim-Ort/Bavaria. Foto: Dr. W. Foersch

Metamorphose (!) hatte erkennen lassen. Schließlich beschrieb 1956 H. GEYER (Datz 9 : 189) ein ebensolches ♀, das im November 1947 „innerhalb der Stadtgrenze von Regensburg in einem Bombentrichter von nicht viel mehr als Zimmergröße gefunden“ wurde, und das offensichtlich unserem Stück recht ähnlich sah. Es erreichte bis zum Sommer 1951 eine Länge von 6,5 cm und „endete schließlich aus unbekanntem Gründen“. Schon früher hatte GEYER einen solchen Weißling, ganz in der Nähe seines jetzigen Fundortes, entdeckt.

Zunächst lag es nahe, als Ursache für die Neotenie der Tritonen äußere Faktoren („beengende Umstände“) anzunehmen. Die meisten Funde wurden in tiefen Tümpeln, Wasserlöchern oder Brunnen geborgen; besonders die Tatsache, daß sich von den drei bei uns häufigsten Molcharten neotene Individuen gleichzeitig nachweisen ließen (ZELLER 1899), gab zur Vermutung Anlaß, der Neotenie-Genese lägen ausschließlich oder vorwiegend Milieueinflüsse (so hoher Wasserstand, steile Ufer, niedrige Temperaturen, Sauerstoffmangel) zugrunde, welche die normale Weiterentwicklung hemmten, bzw. denen sich die Tiere durch Beibehalten larvaler Organe anzupassen suchten⁷. Später erhoben sich Zweifel an der Glaubwürdigkeit dieser Erklärung:

Einige Autoren, wie WOLTERSTORFF, hielten ein gleichzeitiges Mitwirken „innerer Kräfte“ für wahrscheinlich, und die bahnbrechenden Arbeiten von J. F. GUDERNATSCH (1912) sollten ihnen recht geben. Er hatte durch Verfütterung von Kalbsthymus an junge Gras- und Wasserfroschlarven Riesenskualquappen, durch Verfütterung frischer Pferdeschilddrüse Zwergfröschen erhalten. Wenn man Kaulquappen die Schilddrüse entfernt, verbleiben zahlreiche Organe (vor allem solche ekto- und entodermalen Ursprungs) funktionell in ihrem Jugendstadium, und es entstehen auf diese Weise Riesenskualquappen ohne Geschlechtsreife; umgekehrt werden nach Transplantation der Schilddrüse eines Frosches in eine Kaulquappe dieselben Organe durch Hyperthyreose in ihrer Entwicklung erheblich gefördert, die Verwandlung wird beschleunigt. Die Wirkung innersekretorischer Organe auf die Metamorphose der Amphibien war unverkennbar. Nachdem 1931 als erster Schwanzlurch der Axolotl durch Füttern mit Rinderschilddrüse zur Verwandlung gebracht worden war, gelang später durch Verabreichen geringer Mengen von Schilddrüsenhormon (Thyroxin) eine beschleunigte Metamorphose auch bei Molch- und Salamanderlarven. Schließlich konnte de FREMERY (1928) bei neotenen Teichmolchen leistungsgestörte

Schilddrüsen (z. T. mit degeneriertem Follikel-epithel) nachweisen⁸.

Überraschenderweise aber kann auch die Schilddrüse neotener Individuen die Metamorphose auslösen, wenn sie auf normale Jungtiere verpflanzt wird. Demnach muß ein weiterer entwicklungsbegrenzender Faktor im Spiele sein. Man vermutete ihn im Vorderlappen des Hirnanhangs, der Hypophyse, nachdem bereits bekannt war, daß die Schilddrüse durch ihn aktiviert wird bzw. funktionsuntüchtig bleibt, wenn der Hirnanhang fehlt. War es schon 1914 ADLER gelungen, durch Entfernung der Hypophyse die Metamorphose von Kaulquappen zu verhindern und Riesensarven zu erzielen, so konnte 15 Jahre später KLATT zeigen, daß dieser Eingriff bei den Larven von *Triturus v. vulgaris* zur Entstehung neoten bleibender Molche führt. Seither hat man zwischen spontaner und künstlich induzierter Neotenie zu unterscheiden. Nach MARX (1935) wuchsen Teichmolchlarven ohne Anhangdrüse langsam, aber stetig bis zum Winter bzw. Frühjahr und erreichten dabei Längen von 55 bis 67 mm; die unversehrten Kontrolltiere waren schon Ende Juli (bei Längen von 24 bis 29 mm) zur Verwandlung geschritten. In der Tat wird, wie wir heute wissen, die Schilddrüse in einer zweiten, die Metamorphose auslösenden Phase durch das schilddrüsenstimulierende oder thyreotrope Hormon (TSH) des Hypophysenvorderlappens über den Blutweg zur Ausschüttung ihres hormonhaltigen Kolloids angeregt, nachdem dieses in einer ersten Phase (während des Larvenzustandes) erzeugt und in den Follikeln der Schilddrüse gespeichert war. Teichmolche, deren Hypophyse man nicht ganz entfernt hatte, entwickeln sich nach Art partiell neotener Tiere (MARX 1935).

Worin beim Axolotl das Nichtfunktionieren der Schilddrüse besteht, ist weitgehend geklärt. Hier gelangt das von ihr erzeugte „Metamorphosenhormon“ nicht in die Blutbahn, sondern staut sich in der Drüse, die damit zur „Stapeldrüse“ wird; erst nach Zugabe von

Hypophysenvorderlappen-Extrakt setzt eine Sekretion ein, und als unmittelbar sichtbare Folge beginnt dann die Verwandlung. Bei den Tritonen scheinen die Verhältnisse verwickelter zu sein. Einerseits besteht nach den Untersuchungen von HARTWIG & ROTMANN (1940) am Teichmolch die Möglichkeit, daß sich trotz inaktiver Schilddrüse Ansätze zur Metamorphose zeigen⁹; andererseits fand man bei einem adulten ♂ eine fast ruhende, bei halbneotenen Individuen eine voll funktionierende Schilddrüse. Zweifellos wird aber auch bei den Molchen die Thyreoidea von der Hypophyse beherrscht. Diese ist ihrerseits vom ventralen Teil des Zwischenhirns, dem Hypothalamus, abhängig: Als man bei *Pleurodeles* den Hirnanhang von seiner hypothalamischen Verbindung löste, atrophierte die Schilddrüse! Daher bietet sich die Erklärungsmöglichkeit an, daß auf dem Umweg über das Gehirn und die Hypophyse auch Außenfaktoren („exogene Exkretionsimpulse“) Einfluß auf die Schilddrüse und damit auf die Metamorphose der Molche gewinnen können. Damit kämen die in den ersten Jahrzehnten der Neotenieforschung dominierenden, dann aber in den Hintergrund gedrängten Stimmen für einen gewissen Milieu-Einfluß wieder zur Geltung, ohne daß sich letzterer bis jetzt präzisieren ließe.

Totale Neotenie, oder zumindest die Neigung hierzu, ist nach de FREMERY sowie vor allem nach FREYTAG als erblich anzusehen. Gegenteilige Angaben aus alter Zeit fänden ihre Erklärung in der Tatsache, daß die Erscheinung vermutlich durch ein rezessives Gen bedingt wird und dann normale Individuen aus der Kreuzung eines neotenen Molches mit einem Volltier hervorgehen, falls letzteres nicht heterozygot war. Tatsächlich wird von MARX (1935) ein Fall zitiert, wo aus der Paarung eines neotenen Teichmolch-♀ mit einem phänotypisch normalen ♂ 30 Junge hervorgingen, von denen die Hälfte neoten blieb. Im Widerspruch zu dieser Angabe stehen allerdings die Befunde von HARTWIG & ROT-

MANN, welche selbst die Annahme eines rezessiven Genes für totale Neotenie auszuschließen scheinen, während die von de FREMERY mitgeteilten Ergebnisse zumindest für eine Erbllichkeit der stabileren Neotenie sprechen; denn auch die Nachkommen seiner neotenen Tiere zeigten einen Schilddrüsendefekt! Weitere Kreuzungsversuche sind dringend geboten; doch dürfen die damit verbundenen Schwierigkeiten nicht unterschätzt werden.

Ganz offensichtlich besteht bei den Urodelen ein Zusammenhang zwischen Neotenie und Färbung, denn fast alle spontanen Albinos, die bisher registriert wurden, waren neoten. Man weiß, daß der Albinismus auch bei den Lurchen u. a. auf eine ungenügende Funktion der Hypophyse, und zwar des Hypophysenzwischenlappens, zurückzuführen ist. Er bringt normalerweise einen die Vermehrung und Ausdehnung (Dispersion) des Melanins in den Melanophoren steuernden Wirkstoff hervor, das „melanophorenstimulierende“ Hormon (MSH) oder „Intermedin“. Darum konnte schon KLATT (1930) auf experimentellem Wege, nämlich durch Wegnahme der Hypophyse, beim Teichmolch Weißlinge künstlich erzeugen, von denen — offenbar infolge unvollständiger Exstirpation des Vorderlappens — sich einige umwandeln und einer sogar an Land ging. Einer Versuchsreihe des Jahres 1950 (Zool. Anz. 151 : 107, 1953) entstammten 30 Weißlinge, die nach zweieinhalb Jahren noch vollneotene Larven waren; sie besaßen zu diesem Zeitpunkt Längen von 52 bis 71 mm. Am 19. 9. 1931 hatte BODENSTEIN einem 55 mm langen, neotenischen *Triturus a. alpestris*-Albino die Hypophyse zweier Kammolche unter die Kehlhaut transplantiert. Am 28. 9. war das Tier fast schwarz, später klang die Färbung ab, doch blieb die artgemäße Hautzeichnung erhalten. An dem neotenen Charakter hatte sich nichts geändert! Ein anderer Molch behielt nach der dritten, zugleich mit Schilddrüse vorgenommenen Implantation die schwarze Farbe dauernd bei. Der

Unterschied zwischen weißen und schwarzen Axolotln dürfte außer von der Hypophyse bzw. dem MSH auch von dem Gehalt des Hautgewebes an Oxydase abhängen, die das eigentliche Melanin aus seiner Vorstufe, dem Melanogen, entstehen läßt. Daß die Hautfarbe des Axolotls auf erblicher Basis beruht, weiß man seit HAECKERS (1907) Kreuzungsversuchen, die für den Albinismus einen rezessiven Faktor zutage förderten, der nach unseren jetzigen Vorstellungen wohl für den Mangel an Oxydase beim Weißling verantwortlich ist. Über diesbezügliche Erbgänge bei Tritonen ist nichts bekannt, doch wird auch hier ein rezessives Gen angenommen, gewiß mit noch mehr Berechtigung als für die Neotenie. Man bringt ja auch das Auftreten albinistischer Molche gern mit Mutationen in Zusammenhang.

Eine unmittelbare Beziehung zwischen Fortpflanzung und Neotenie läßt sich nicht feststellen; es wurden zwar mehr ♀♀ als ♂♂ gefunden¹⁰, doch waren in der Regel die ausgewachsenen Individuen beiderlei Geschlechts fortpflanzungsunfähig. Zwischen Geschlechtsreife und Albinismus scheint eine solche sehr wohl zu bestehen: Albinistische ♂♂ leiden mehr oder weniger an Zeugungsuntüchtigkeit. GEYER u. a. (Bl. 39 : 258, 1928) machten einschlägige Beobachtungen beim Kammolch, und über die von PRIEMEL beschriebenen Teichmolch-Weißlinge teilt SCHREITMÜLLER (1923) mit: „Anscheinend handelt es sich bei den Tieren um ein Paar. . . . Das ♂ zeigt jetzt angeschwollene Kloake, Liebesspiele wurden aber bisher nicht beobachtet“ — nach 7 Jahren! In meinen Axolotl-Kreuzungen pflanzte sich ein besonders fruchtbares Albino-♀ im Laufe von vier Jahren nacheinander mit drei wildfarbenen ♂♂ fort; eine reziproke Kreuzung ist mir nie gelungen. Daß sie möglich ist, geht z.B. aus einer Mitteilung von K. FREYSE in Aquar. & Terr. 9 : 248, 1962, hervor. Schließlich darf in diesem Zusammenhang noch auf die in England bei einem Grasfrosch-Weißling gemachten Wahrnehmungen (Datz 12 : 349,

1959) hingewiesen werden. Auch für dieses Verhalten kann man die Hypophyse heranziehen, denn die von ihr erzeugten gonadenstimulierenden Hormone (GSH) oder Gonadotropine wirken auf die Hormonerzeugung der Keimdrüsen ein. Ihre Entfernung hat eine Entwicklungshemmung zur Folge, die sich vor allem im männlichen Geschlecht geltend macht: Gerade bei Amphibien ist die Spermatogenese von der gonadotropen Aktivität der Hypophyse weitgehend abhängig.

Gewöhnlich ist der Albinismus der Lurche mit einem langsameren Wachstum und einer Herabsetzung der Vitalität, nicht selten also mit einem sehr zarten Habitus (s. Abb.) oder ausgesprochener Hinfalligkeit verbunden. Beobachtungen hierüber teilten u. a. WOLTERSTORFF (Bl. 36 : 77, 1925) bei *Salamandra salamandra*, H. HERKNER (Datz 12 : 126, 1959) und D. BOSCHWITZ (Zool. Anz. 168 : 213, 1962) bei Albino-Kaulquappen des Laubfrosches, BOSCHWITZ (Zool. Anz. 170 : 19, 1963) bei 3 albinistischen Larven von *Bufo viridis* mit. Ich konnte bei Kreuzungsnachzuchten des Axolotls dieselbe Feststellung immer wieder machen. Allerdings trifft diese „Untertwertigkeit“ nur auf jugendliche Stadien zu; ausgewachsene Tiere sind ebenso lebensfähig

wie normal gefärbte (FREYTAG 1951). Bezüglich *Triturus v. vulgaris* betonte KLATT, daß stark pigmentierte Molche mehr fressen, stärker wachsen und offenbar gegen Pilzinfektionen resistenter sind. Es scheint auch hier eine erbliche Grundlage gegeben zu sein. Man darf sie in einer pleiotropen Wirkung des „Oxydasefaktors“ oder — wahrscheinlicher — in einem mit diesem gekoppelten Gen von semiletaler Wirkung und starker Abhängigkeit vom phänotypischen und genotypischen Milieu suchen. Damit ließe sich zugleich das gelegentliche Auftreten kräftiger und langlebiger Molchalbinos (s.o.) zwanglos erklären.

So liefert der vorstehende Versuch einer Analyse der Gesamterscheinung unseres neotenisches-albinistischen Teichmolches zwar bei weitem noch kein befriedigendes Ergebnis — man kann aber ahnen, daß und wie sich im Laufe weiterer Forschungsarbeit den im allgemeinen erblich fundierten und hormonegesteuerten, von der Umwelt vielleicht über das Zwischenhirn-Hypophyse-System modifizierbaren Reaktionsketten und deren Störungen beim Entwicklungsgeschehen beikommen läßt. Der Labilität der gesamten Amphibienorganisation wäre dabei im besonderen Rechnung zu tragen.

Anmerkungen

¹⁾ Läßt sich ein von Natur aus beständiger Larvenzustand auch auf experimentellem Wege nicht beseitigen, wie beim Grottenolm (*Proteus anguinus*), beim amerikanischen Furchenmolch (*Necturus maculosus*), Armmolch (*Siren lacertina*) und Aalmolch (*Amphiuma means*) (s. a. W. B. SACHS, Zool. Anz. 88 : 312, 1930), dann liegt absolute (im Gegensatz zur relativen) Neotenie vor.

²⁾ Auf den Gedanken, neotenisches Exemplare mit einem eigenen taxonomischen Rang auszustatten, scheinen zuerst SELISKAR und PEHANI gekommen zu sein. Sie faßten die im Triglav-See Jezero neben normalen Bergmolchen entdeckten neotenen Individuen „als besondere Form auf“, die sie unter der Bezeichnung *Triton alpestris lacustris* f. *neoten*. dem normalen *T. a. lacustris* f. *metam.* gegenüberstellten, obwohl die Spätmetamorphose der Neotenen im

Aquarium von ihnen selbst beobachtet werden konnte. 1951 (Brit. Journ. Herp. 1 : 93) und 1961 (Zool. Anz. 166 : 206) beschrieb M. RADOVANOVIĆ neotenisches Bergmolch-Populationen aus montenegrinischen Seen als selbständige Unterarten, nämlich aus dem Bukumirsko Jezero (1 430 m) einen *Triturus alpestris montenegrinus*, aus dem Zminicko Jezero (1 285 m) einen *Triturus alpestris serdarus* und aus dem Kapetanovo und Manito Jezero (1 678 bzw. 1 773 m) einen *Triturus alpestris piperianus*. Dieses Vorgehen, bei dem eine Erblichkeit der spontanen Neotenie, zumindest in den vorliegenden Fällen, als ganz selbstverständlich vorausgesetzt wird, hat nicht die allgemeine Zustimmung gefunden. Der Autor hält es für „möglich, daß alle diese neotenisches Populationen einen selbständigen Seitenzweig des Bergmolches darstellen, der als Relikt aus einer früheren Zeit der Erdgeschichte stammt.“

3) SMITH's Feststellung (1954) „Breeding with these neotenus newts does not take place“ bedarf also der Korrektur. Die Maximallänge bisher in England gefangener Albinomolch beträgt nach SMITH (Tafel I) im Höchstfall 7 cm.

4) Schon die wenigen, hier herausgegriffenen Fälle des Auftretens neotenischer Tritonen könnten den Eindruck erwecken, ein Einzelfund stelle durchaus keine Seltenheit dar. Wie die Verhältnisse tatsächlich liegen, wird von HARTWIG & ROTMANN an folgendem Beispiel erläutert: Für das Freiburger Zoologische Institut wurden jährlich zur Laichzeit neben zahlreichen Kammolchen von jeder der drei übrigen Molcharten (*Triturus a. alpestris*, *Triturus v. vulgaris*, *Triturus h. helveticus*) ein- bis zweitausend Exemplare gefangen. In einem Zeitraum von zehn Jahren befand sich darunter, also unter rund 45 000 Tieren, nicht ein einziger neotener Molch!

5) Über den Begriff des Albinos herrscht keineswegs Einmütigkeit. Wir möchten uns hier an die von BRAME (1962) formulierten Definitionen halten: „An albino is defined . . . as any organism lacking integumentary pigment over considerable areas of the body. A complete albino is an animal totally lacking eye and integumentary pigmentation and the power to gain pigment under any natural circumstances. This definition permits the occurrence of pigment on the brain and gonadal areas as well as on other internal structures. Partial albinos are albinistic animals not covered in the definition of complete albinism. The term albino under this usage includes both complete and partial albinism.“

6) Über ein hellgelbes (flavistisches), erwachsenes Teichmolch-♀ in Landtracht berichtet MERTENS (1947). Schon 1926 (Bl. 37 : 434) war bekannt geworden, daß in einer Zucht von *Triturus v. vulgaris* spontan drei „xanthoristische“ Tiere auftraten, die dann eine normale Metamorphose durchliefen.

7) Noch 1953 schreibt RADOVANOVIĆ (Zool. Anz. 150 : 7) : „Die Ursache der Neotenie bei diesem Molch kann vielleicht mit der relativ großen Tiefe (16 bis 18 m) und den steil geneigten Uferseiten des Sees, der mit einem Durchmesser von 150 bis 170 m beinahe brunnenartig erscheint, in Zusammenhang gebracht werden“ (s. a. Fußnote 2).

8) GRIMM hat sich der Mühe unterzogen, alle ihm zugänglichen Fundortangaben für neotenische Formen bei 7 europäischen Molcharten zusammenzustellen, die Fundorte in eine Landkarte einzutragen und mit der geographischen Verbreitung der Struma zu vergleichen. Er stellte fest, daß die meisten Fundorte in Kropfendemie-Gebieten liegen!

9) Hypophysenhormone vermögen auch direkt in das Verwandlungsgeschehen einzugreifen und ein Wachstum der betreffenden Organe ohne Beteiligung der Schilddrüse herbeizuführen; doch ist dieses Wachstum dann ungeregt und ein „biologisch sinnvoller Ablauf“ der Metamorphose nicht mehr gegeben (HERRE 1951).

10) Zur Erklärung dieses Sachverhaltes mag vielleicht die Beobachtung von SWINDERENS (1929) am Teichmolch beitragen, „daß die ♂♂ fast immer nach der Fortpflanzungszeit in die Metamorphose eintreten. Die ♀♀ sind mehr stabil neoten: so besitze ich noch ein im Oktober 1924 gefangenes ♀, welches in 3 aufeinanderfolgenden Jahren Nachkommenschaft zeugte und zwar in Kombination mit neotenen ♂♂ und auch mit normalen ♂♂. In beiden Fällen entwickelten sich die Jungen sehr träge und metamorphosierten zum Teil erst nach 2 Jahren. Das oben erwähnte ♀ ist noch immer rein neoten.“

SUMMARY

On a neotenus newt of *Triturus vulgaris vulgaris* lacking integumentary pigment. It was found near Puchheim-Ort, Bayern, Southern Germany.

The problems of neotenus newts are discussed under physiological points of view as well as oecological ones.

SCHRIFTEN

- Adler L. (1916): Untersuchungen über die Entstehung der Amphibienneotenie. Pflügers Arch. ges. Physiol. 164 (1-3) : 1-101.
- Bodenstein D. (1932): Ein *Triton alpestris*-Albino. Zool. Anz. 98 (11/12) : 322-326.
- Boettger C. R. & E. Schwarz (1928): Über neotenische Larven des Teichmolchs (*Triturus vulgaris* L.). Zool. Anz. 78 (5/8) : 174-176.
- Brame A. H. (1962): A Survey of Albinism in Salamanders. Abh. Ber. Naturk. Vorges. Magdeburg 11 (3) : 65-81.
- Buddenbrock W. v. (1950): Vergleichende Physiologie. Bd. IV: Hormone. Basel
- Eggert B. (1934): Zur Überwinterung der Larven von *Molge alpestris* Laur. unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens der Schilddrüse. Z. wiss. Zool. 145 (3) : 399-424
- Filippi F. de (1861): Sulla larva del *Triton alpestris*. Archivio per la Zoologica etc. 1 (2) : 206-211. Genova.
- Fremery P. de (1928): Over Neotenie bij *Triton taeniatus* Laur. 1-176. Diss. Utrecht
- Freytag G. E. (1947): Die Neotenie der Urodelen. Mitt. Mus. Naturk. Vorges. Magdeburg 1 (1) : 5-11.

- Ders. (1951): Über den kleinen westeuropäischen Wassermolch *Triturus boscai* von Oropesa (Tolledo) in Spanien, nebst Bemerkungen über einige Farbkleidanomalien. *Ibidem* 3 (1) : 1—4.
- Ders. (1951): Über das Farbkleid der Salamandiden in seiner Abhängigkeit von äußeren und inneren Faktoren. *Veröff. Zool. St. Slg. München* 2 : 79—124.
- Ders. (1954): Der Teichmolch. *Neue Brehm-Bücherei* 117.
- Ders. (1954/56): Weitere Naturfunde albinotischer Amphibien. *Zool. Gart. N.F.* 21 : 385—385.
- Gasche P. (1946): Basophile Zellen des Hypophysenvorderlappens als Bildungsstätte des thyreotropen Hormons. *Rev. Suisse Zool.* 53 : 546—553.
- Grimm H. (1949): Neotenische Molchformen und endemische Struma. *Endokrinologie* 26 : 259—269.
- Gudernatsch J. F. (1912): Feeding Experience on Tadpoles. *I. Arch. Entw. mechan.* 35 : 457—483.
- Hadorn E. (1961): Experimentelle Entwicklungsforschung an Amphibien. *Verständliche Wissenschaft* 77. Springer-Verlag.
- Haecker V. (1907): Über Mendelsche Vererbung bei Axolotln. *Zool. Anz.* 31 : 99—102.
- Hartwig H. & E. Rotmann (1940): Experimentelle Untersuchungen an einem Massenaufreten von neotenen *Triton taeniatus*. *Arch. Entw. mechan.* 140 (2) : 195—251.
- Herre W. (1951): Über Beziehungen zwischen Hypophyse und Schilddrüse bei Urodelenlarven. *Verdtsch. Zool. Ges.* 1950 : 312—320.
- Hirsch G. C. (1929): Metamorphose, Brunst, Neotenie und Schilddrüse bei *Triton taeniatus*. *Mikrokosmos* 22 : 65—70.
- Ingram W. R. (1929): Studies of amphibian neoteny. *J. Exp. Zool.* 53 : 387—410.
- Jullien J. (1869): Observation de têtard de *Lissotriton punctatus*, reproduisant l'espece. *Compt. Rend. Acad. Sci.* 68 : 938—939.
- Klatt B. (1931): Hypophysenexstirpationen und -implantationen an Tritonlarven. *Arch. Entw. mechan.* 123 : 747—791.
- Klug H. (1960): Hormone. *Neue Brehm-Bücherei* 262.
- Kollmann J. (1884): Das Überwintern von europäischen Frosch- und Tritonlarven und die Umwandlung des mexikanischen Axolotl. *Verh. Naturf. Ges. Basel.* 7 : 387—398.
- Kuhn O. (1925): Schilddrüsenfunktion und Neotenie bei Urodelen. *Biol. Zbl.* 45 (8) : 483—495.
- Swinderen J. W. de Marees van (1929): Neotenisch-albinotische Exemplare von *Triton taeniatus*. *Laur. Tijdschr. Nederl. Dierkund. Ver., 3.ser.,* 1 : 95—96.
- Marx L. (1935): Bedingungen für die Metamorphose des Axolotls. *Ergeb. Biol.* 11 : 244—334.
- Mertens R. (1947): Die Lurche und Kriechtiere des Rhein-Main-Gebietes, Verlag Kramer.
- Meyer A. (1939): Histologische Untersuchungen an normalen und operationsveränderten *Triton vulgaris*-Hypophysen. *Arch. Entw. mechan.* 139 : 309—362.
- Procter R. (1941): Total neoteny and incomplete albinism in *Molge vulgaris*. *The Naturalist (London)* 789 : 77—79. (errore „neotony“ in Überschrift und fortlaufend im Text.)
- Schreitmüller W. (1923): Total melanotische Zauneidechsen (*Lacerta agilis* L.) und neotenische, albinotische Larven von *Triton vulgaris* sub-spec. *typica* L. (kleiner Teich- oder Streifenmolch). *Arch. Naturgesch.* 89, A (8) : 122—126.
- Seliškar A. & H. Pehani (1935): Limnologische Beiträge zum Problem der Amphibienneotenie. *Verh. Intern. Ver. Limnologie* 7 (1) : 263—294.
- Smith M. (1954): *The British Amphibians and Reptiles*. London.
- Vogt, H. (1956): Die inkretorische Regulation und ihre Störungen. *Urban & Schwarzenberg, München & Berlin*.
- Wolterstorff W. (1896): Über die Neotenie der Batrachier. *Zool. Gart.* 37 : 327—337.
- Ders. & G. E. Freytag, (1951): Eine Studie über das Verwandtschaftsverhältnis von Teichmolch (*Triturus vulgaris*) und Fadenmolch (*Triturus helveticus*). *Abh. Ber. Naturk. Vorgesch. Magdeburg* 8 (4) : 137—190.
- Wichand, B. (1906): Über Neotenie bei Tritonen. *Bl. Aquar.- u. Terr.kunde* 17 : 183—184; 197—199; 205—208.
- Woronzowa M. A. (1929): Morphogenetische Analyse der Färbung bei weißen Axolotln. *Arch. Ent. mechan.* 115 : 93—109.
- Ders. & L. J. Blacher (1930): Die Hypophyse und die Geschlechtsdrüsen der Amphibien. I. der Einfluß der Hypophysenexstirpation auf die Geschlechtsdrüse bei Urodela. *Arch. Entw. mechan.* 121 : 327—344.
- Zeller E. (1899): Zur Neotenie der Tritonen. *Jhr.hefte Ver. vaterl. Naturk. Württ., Stuttgart,* 55 : 23—30.

Für Literaturhinweise bin ich Herrn Prof. Dr. R. MERTENS (Frankfurt/Main) und Herrn G. E. FREYTAG (Berlin) zu Dank verpflichtet, dem Letztgenannten außerdem für wertvolle Anregungen, gelegentlich einer Aussprache über das Thema. Herr Dr. K. KLEMMER war mir freundlicherweise bei der Beschaffung schwer zugänglichen Schrifttums behilflich.

Verfasser:
Dr. Dr. G. Benl, 8 München 13, Bauerstraße 27/II.