

# Untersuchungen über Elementareigenschaften I<sup>1)</sup>.

Von V. Haecker, Halle a. S.

M. H.! Ich möchte in kurzem über die Ergebnisse einiger Untersuchungen berichten, welche miteinander und mit einigen weniger weit gediehenen Arbeiten in einem engeren Zusammenhang stehen. Ihr Zweck ist, auf verschiedenen Wegen die Kenntnis von dem Wesen der Elementareigenschaften oder Erbeinheiten zu fördern.

## a) Axolotlkreuzungen.

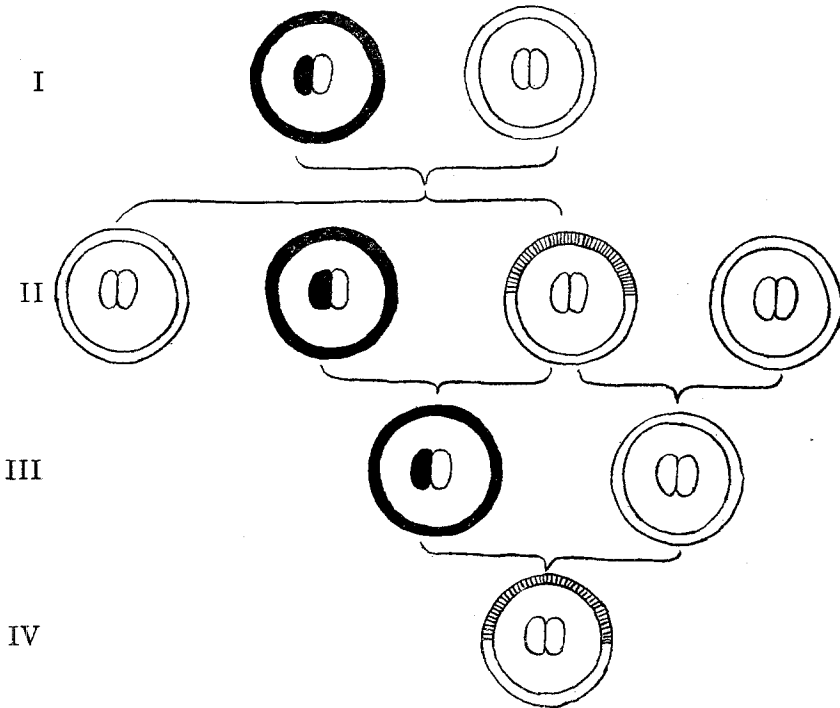
Zuerst möchte ich einige Mitteilungen über die Kreuzungen machen, welche seit dem Jahre 1904 zwischen der schwarzen und weißen Rasse des Axolotls (*Amblystoma tigrinum*) ausgeführt worden sind<sup>2)</sup>. Ich habe von Anfang an die weißen Tiere als Albinos bezeichnet, weil bei ihnen durch die Pupille hindurch der Augenhintergrund rot durchleuchtet, wie Sie sowohl an den weißen, wie an den gescheckten Tieren sehen können. Diese Bezeichnung ist aber nicht ganz korrekt: Allerdings ist, ähnlich wie beim echten Albinismus, im Pigmentepithel viel weniger Pigment vorhanden, als bei der dunklen Rasse, aber auffallenderweise enthält die Iris eine ziemliche Menge von Pigment. Es liegt also eine Pigmentverteilung vor, wie sie meines Wissens noch nirgends im normalen oder pathologischen Zustande gefunden wurde<sup>3)</sup>, und jedenfalls mit den Verhältnissen beim echten Albinismus nicht in vollkommener Übereinstimmung steht. Da nun ferner bei den weißen Axolotln häufig auch die Oberseite des Kopfes

<sup>1)</sup> Vortrag, gehalten bei der Versammlung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft in Halle a. S. am 30. Mai 1912.

<sup>2)</sup> Vgl. Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. 1908 (Stuttgart), S. 194.

<sup>3)</sup> Allgemeine Vererbungslehre 1911, S. 231 (2. Aufl., 1912, S. 235). Inzwischen hat mir Herr Kollege von Hippel einen jungen Mann gezeigt, der eine blaugraue („ringed“) Iris und einen nahezu pigmentlosen Augenhintergrund aufwies.

eine leichte Bestäubung aufweist und ebenso die Zehenspitzen pigmentiert sein können, so haben wir einen speziellen Fall von partiellem Albinismus und zwar eine extreme Stufe der Spitzenpigmentierung oder Akromelanie vor uns, wobei die Pigmentarmut des Augenhintergrundes das auffälligste Merkmal bildet. Ein entferntes Gegenstück finden die Axolotl-Schecken in den akromelanistischen, rot-äugigen Himalayakaninchen.



Bei einer früher beschriebenen Kreuzung zwischen einem heterozygoten schwarzen und einem weißen Tier (Textfig., Reihe I) wurde außer mehreren schwarzen und einzelnen ganz weißen Tieren ein Scheck (Metamer-Scheck)<sup>1)</sup> zur Aufzucht gebracht (Textfig., Reihe II). Dieses Tier, ein Männchen, verhielt sich bei der Kreuzung sowohl mit einem heterozygoten schwarzen als auch mit weißen (extrem akromelanen) Weibchen wie ein rein rezessives, weißes Tier. Es war also anzunehmen, daß auch sein heterozygot-schwarzer Elter eine weiße Gamete zu seinem Aufbau beigetragen hatte, und

<sup>1)</sup> Abgebildet in Verh. D. Zool. Ges. 1908, S. 200, sowie bei Goldschmidt, Einführung in die Vererbungswissenschaft, S. 318.

die Scheckzeichnung war so zu erklären, daß die in dieser Gamete enthaltene Erbinheit bei ihrem Durchgang durch das schwarze Elterntier, beziehungsweise bei den Spaltungsvorgängen eine „Verunreinigung“ oder irgendeine Abänderung anderer Art erfahren hat, so daß sie die Zygote zu einer stärkeren Pigmententfaltung veranlaßte, als dies sonst beim Zusammentreffen zweier weißer Gameten der Fall ist. Kurz gesagt, es war eine Unreinheit der Gameten in irgendeinem Sinne anzunehmen.

Seither sind zwei weitere Generationen (III und IV) herangewachsen. Von der aus der Kreuzung Scheck  $\times$  Heterozygot-schwarz hervorgegangenen III. Generation sind nur schwarze Tiere am Leben geblieben, von der Kreuzung Scheck  $\times$  Weiß dagegen wurde eine große Zahl von Individuen der III. Generation aufgezogen, welche durchweg extrem-melanistisch waren, also wieder der „weißen“ Rasse angehörten. Dies lassen alle acht nach Halle übergeführten Tiere gleichmäßig erkennen (das einzige Weibchen ist mit Ausnahme der ganz leicht pigmentierten Zehenspitzen und der dunklen Iris rein weiß, die sieben Männchen sind etwas stärker pigmentiert).

Nun wurde u. a. ein heterozygot-schwarzes Weibchen aus der Kreuzung Scheck  $\times$  Heterozygot-schwarz mit einem Männchen aus der Kreuzung Scheck  $\times$  Weiß gepaart (Textfig., Reihe III) und jetzt wiederholte sich bei der so erhaltenen IV. Generation in verstärktem Maße das bei der Ausgangskreuzung erzielte Resultat: es sind neben zahlreichen schwarzen Tieren im ganzen sechs helle Tiere aufgezogen worden, welche aber nicht akromelanistisch sind, sondern den Scheckcharakter ihres doppelten Großvaters zeigen.

Es kann nun, soviel ich sehe, an vier Erklärungsmöglichkeiten gedacht werden. Zunächst könnte, wie es Bateson<sup>1)</sup> im Hinblick auf meine ersten Ergebnisse getan hat, bei den Schecken an eine durch Milieuwirkung bewirkte Verdunklung weißer Tiere gedacht werden. Gegen diese Annahme spricht aber, daß bei der Aufzucht der weißen und der gescheckten Tiere die in Betracht kommenden Faktoren (Licht, Temperatur, Sauerstoffgehalt des Wassers, Ernährung) keine so erheblichen Schwankungen erfahren haben, daß eine so ausgiebige Wirkung hätte zustande kommen können, wie denn auch, entsprechend den bekannten Erfahrungen an dem im Licht gehaltenen *Proteus*, bei Wirkung veränderter Bedingungen allenfalls eine gleichmäßige Pigmentierung (Bestäubung) etwa der Oberseite, nicht aber

---

<sup>1)</sup> Mendel's Principles of Heredity 1909, S. 43.

die Entstehung einer ausgesprochenen Scheckzeichnung zu erwarten gewesen wäre; ferner ist darauf aufmerksam zu machen, daß in der II. Generation unter sicherlich nicht sehr abweichenden Bedingungen neben dem Schecken auch weiße Tiere zur Aufzucht kamen und daß wenigstens bei älteren weißen Tieren durch eine längere (mehrere Monate hindurch dauernde) intensive Belichtung oder Dunkelhaltung keine Veränderung in der Pigmentierung herbeigeführt werden konnte.

Bei den zahlreichen Schwierigkeiten, welche sich der Aufzucht einer sehr großen Zahl von Individuen entgegenstellen, war es mir allerdings bis jetzt trotz mannigfacher Bemühungen nicht möglich, den Gedanken, es möchte einer der genannten Milieu-Faktoren in irgendeinem Entwicklungsstadium sich geltend gemacht haben, vollkommen auszuschließen, aber mit Rücksicht auf die oben aufgezählten Gründe möchte ich es doch für äußerst unwahrscheinlich halten, daß bei dem Axolotl, im Gegensatz zu wohl allen anderen Tieren, durch geringe Milieuabänderungen eine distinkte Scheckzeichnung hervorgerufen werden kann.

Nun könnte man zweitens den Schecken für ein heterozygoten Tier halten, bei welchem ein Dominanzwechsel, ein teilweiser Umschlag der äußeren Erscheinung von Schwarz auf Weiß, eingetreten sei. Gegen diesen Einwand, der von verschiedenen Seiten erhoben worden ist, spricht aber die Tatsache, daß sich der erste Scheck bei der Fortpflanzung keineswegs wie ein heterozygoten, sondern wie ein weißes, rein rezessives Tier verhielt.

Eine dritte Möglichkeit wäre, daß der Scheckzeichnung ein besonderer Mosaikfaktor zugrunde liegt, wie ein solcher für die Nager angenommen wird, daß also neben einem Faktor, welcher durch An- oder Abwesenheit die Alternative: dunkel (wildfarbig) und hell bedingt, ein besonderer Faktor über das Auftreten der zwei Hauptabstufungen der hellen Rasse: Scheckzeichnung und extreme Akromelanie, entscheidet. Indessen lassen sich auch damit die Befunde nicht in Einklang bringen. Denn, wie man sich auch im einzelnen die Wirksamkeit eines solchen Faktors ausdenken wollte, jedenfalls würde es unverständlich sein, weshalb in der III. Generation die hellen Tiere durchweg weiß, in der IV. durchweg gescheckt waren.

**Entweder** wäre nämlich neben dem Faktor G, welcher Ganzfärbung, in unserem speziellen Fall eine gleichmäßig über den Körper verbreitete Wildfärbung, bewirkt und bei dessen Fehlen größere Partien des Körpers pigmentfrei sind, ein zweiter, gegenüber G hypostatischer und vom schwarzen Elter des Schecken übermittelter

Faktor M (Mosaikfaktor) anzunehmen, welcher durch seine Anwesenheit Scheckzeichnung, durch seine Abwesenheit Akromelanie bewirkt.

In diesem Falle würden die Formeln für den Schecken der II. Generation  $gg \cdot Mm$ , für die weiße Rasse  $gg \cdot mm$  lauten. Dann müßten aber bei ihrer Kreuzung in der III. Generation sowohl Schecken als auch weiße Tiere zum Vorschein kommen, womit die tatsächlichen Ergebnisse nicht im Einklang stehen.

**Oder** es ist neben dem Faktor G ein Faktor R (Restriktions-, Hemmungsfaktor) anzunehmen, welcher innerhalb der hellen Rasse, also bei  $gg$ -Tieren, durch seine Anwesenheit die Pigmentierung auf den Zustand der extremen Akromelanie einschränkt, bei seiner Abwesenheit der Pigmentierung einen etwas größeren Spielraum läßt und so zur Scheckzeichnung führt, also umgekehrt wirkt wie der Faktor M.

Dann kann der Scheck der II. Generation nur die Formel haben:  $gg \cdot rr$ , während die weißen Tiere von der Zusammensetzung  $gg \cdot RR$  oder  $gg \cdot Rr$  sein können. Ferner müssen die heterozygot-schwarzen Tiere der III. Generation, da sie vom Scheck abstammen, mindestens einmal  $r$  enthalten, und ebenso die hellen Tiere der III. Generation. Für erstere kann also nur die Formel  $Gg \cdot Rr$  oder  $Gg \cdot rr$  gelten, letztere könnten an und für sich, je nach der Beschaffenheit der weißen Mutter ( $gg \cdot RR$  oder  $gg \cdot Rr$ ), entweder sämtlich die Formel  $gg \cdot Rr$  haben oder aber zur Hälfte  $gg \cdot Rr$ -, zur Hälfte  $gg \cdot rr$ -Tiere sein. Nun hatten aber bei den vorliegenden Versuchen, wie erwähnt, die hellen Tiere sämtlich einen extrem akromelanistischen Charakter. Es würde sich also wohl nur um die erste Alternative handeln können, d. h. es müßte den hellen Tieren durchweg die Formel  $gg \cdot Rr$  und ihrer weißen Mutter die Kombination  $gg \cdot RR$  zugeschrieben werden, was übrigens auch mit der Tatsache im Einklang stehen würde, daß in der Tübinger Zucht, aus welcher die Mutter stammte, niemals Schecken aufgetreten sind.

Eine weitere Folgerung wäre nun die, daß die IV. Generation entweder aus der Gruppierung  $Gg \cdot Rr \times gg \cdot Rr$  oder aus  $Gg \cdot rr \times gg \cdot Rr$  hervorgegangen ist. Dann wäre aber unverständlich, weshalb in der IV. Generation nur Schecken zur Aufzucht kamen.

Es stehen also die Tatsachen auch der Annahme, daß die Schecken durch das Fehlen eines Restriktionsfaktors von der weißen Rasse unterschieden sind, im Wege. Im übrigen dürfte diese Hypothese deshalb von vornherein eine unwahrscheinliche und künstliche sein, weil, den gleich zu besprechenden entwicklungsgeschichtlichen Ergebnissen zufolge, die schwarzen, gescheckten und akromelanistischen Tiere eine natürliche Reihe bilden, in welcher die Schecken das

mittlere Glied darstellen. Es würde aber mit jenen Ergebnissen und ebenso mit anderen Erfahrungen sehr schwer vereinbar sein, wenn man annehmen wollte, daß der Übergang vom ersten Glied dieser Reihe (Schwarz) zum zweiten durch Wegfall eines Faktors (G) und derjenigen vom zweiten zum dritten durch Hinzutreten eines solchen (R) zustande käme.

Es bleibt also nur als vierte Möglichkeit meine alte Annahme übrig, daß eine Unreinheit der Gameten im allgemeinsten Sinne des Wortes vorliegt, sei es, daß keine vollständige Spaltung der Gameten stattfand, sei es, daß die weißen Erbinheiten beim Durchgang durch ein schwarzes heterozygoten Tier eine teilweise Umstimmung erfuhren, oder auch daß durch die Wirkung des Kreuzungsaktes selbst in den weißen Gameten normalerweise latente Potenzen oder Entwicklungsrichtungen aus dem Schlummer geweckt wurden und die Gameten also erst bei der Zygotenbildung eine „Verunreinigung“ erfuhren<sup>1)</sup>. Speziell im letzteren Falle würde man auch nicht von einer besonderen Scheckrasse sprechen dürfen, sondern die Schecken als Kreuzungsaberrationen der weißen Rasse zu betrachten haben, wie sie ja auch mit dieser in bezug auf die Beschaffenheit der Augen übereinstimmen.

### **b) Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse.**

Meine Versuche mit den Axolotln haben also nicht zu vollkommen reinen Ergebnissen, sondern zunächst nur zu vorläufigen Formulierungen und neuen Fragestellungen geführt, so wie dies ja schließlich für alle Kreuzungsexperimente zutrifft. Jedenfalls ist es auf dem bisher eingeschlagenen Wege kaum möglich, dem eigentlichen Kardinalproblem der Rassen- und Artkreuzung näherzutreten, der Frage nach dem Wesen der hinter den äußeren Eigenschaften zu supponierenden Elementareigenschaften und nach den Zusammenhängen zwischen den Elementar- und Außeneigenschaften und zwischen den Elementareigenschaften untereinander.

Über das Wesen der Elementareigenschaften (Erbinheiten, Anlagen, Determinanten, Faktoren, Gene), mit welchen wir uns das Artplasma ausgestattet denken müssen, sind bis jetzt im ganzen nur all-

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu Allg. Vererbungslehre, 2. Aufl., S. 351 [1. Aufl., S. 339] und 384, Anm. 1 [371], sowie in bezug auf die letztgenannte Möglichkeit S. 144 [144] 172 [171] und 287 unten [277], wo von der Weckung latenter Potenzen unter der Wirkung abnormer Reize die Rede ist. Siehe auch Morgans Geschlechtsbestimmungshypothese (Allg. Ver., 2. Aufl., S. 282 und 370).

gemeine Vermutungen aufgestellt worden. So haben bekanntlich Cuénot, Bateson u. a. die Ansicht vertreten, daß man sich unter den Färbungsfaktoren fermentartige Substanzen oder, besser wohl gesagt, die Fähigkeit zur Bildung solcher Fermente zu denken hat.

Nun liegt zwischen den reifen Außeneigenschaften und den Elementareigenschaften offenbar eine ganze Reihe von entwicklungsgeschichtlichen Zwischenstufen (Zwischeneigenschaften), und man wird erwarten dürfen, daß durch eine genauere Kenntnis dieser Zwischenstufen, also durch eine weitergehende morphogenetische und entwicklungsphysiologische Untersuchung der Außeneigenschaften auch die Vorstellungen von der Natur der Elementareigenschaften auf eine festere Grundlage gestellt werden können.

Wir haben diese entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse zunächst beim Axolotl zur Anwendung gebracht und Herr Pernitzsch hat die Frage behandelt, wodurch sich eigentlich die schwarze und die helle Axolotl-Rasse in letzter Linie unterscheiden. Von vornherein waren verschiedene Möglichkeiten denkbar.

Auf der einen Seite<sup>1)</sup> konnte man an eine rein chemisch-physiologische Verschiedenheit, an einen quantitativen Unterschied in der Fähigkeit der Pigmenterzeugung denken oder, um die symbolische Ausdrucksweise der Faktorenhypothese anzuwenden, an das Vorhandensein verschiedener, unter sich scharf gesonderter Abstufungen des allgemeinen Färbungsfaktors. In diesem Fall war zu erwarten, daß die schwarzen Tiere mehr Melanophoren und Xanthophoren (schwarze und gelbe Pigmentzellen), die hellen eine entsprechend größere Zahl von „weißen“, d. h. pigmentlosen Pigmentzellen besitzen.

Die andere extreme Möglichkeit war, daß sich die schwarze Rasse nur durch eine größere Zahl von Pigmentzellen von der hellen unter-

---

<sup>1)</sup> Bei meinen Untersuchungen über die Entstehung des Radiolarienskelettes bin ich vor einen ganz ähnlichen Gegensatz hingeführt worden, insofern die äußerlich sichtbaren morphologischen Merkmale oder Komponenten des Artbildes teils auf eine Anzahl physiologischer Elementarvorgänge, insbesondere auf quantitative und qualitative Modifikationen der Sekretionsprozesse, teils auf konstitutionelle, promorphologische Verhältnisse (sei es auf die nach Ablauf der Zellteilung bestehende polare Anordnung der Zellbestandteile, sei es auf eine polare Konstitution der Protoplasten selber) zurückgeführt werden können. Während aber bei den Radiolarien die ganze zwischen Elementar- und Außeneigenschaften liegende Kette von Prozessen und Zuständen innerhalb des Lebenszyklus einer und derselben Zelle Platz findet, sind bei den Vielzelligen Anfangs- und Endpunkt durch zahlreiche Zellgenerationen getrennt. Vgl. Über die Mittel der Formbildung im Radiolarienkörper. Verh. Deutsch. Zool. Ges. 1906, S. 50, sowie Tiefsee-Radiolarien, S. 630, 653.

scheide. Dann würde ein rein morphogenetisches (zellteilungs- und differenzierungsgeschichtliches) Problem vorliegen.

Es hat sich nun gleich beim Betreten des Bodens eine solche Menge von neuen Fragestellungen erhoben, daß sich Herr Pernitzsch auf die Unterschiede beschränken mußte, welche die frisch ausgeschlüpften schwarzen Larven gegenüber den Schecklarven<sup>1)</sup> aufweisen. Bei Betrachtung mit bloßem Auge erscheinen die ersteren reichlich schwarz und gelb pigmentiert und haben im ganzen nach Färbung und Zeichnung ein barschartiges Aussehen, die hellen Larven aus rein weißer Zucht sind gewöhnlich bis auf eine dunkle Fleckenreihe am Grunde der Rückenflosse und eine leichte Bestäubung des Kopfes nahezu pigmentlos, die von Herrn Pernitzsch benützten Schecklarven endlich zeigen eine etwas stärkere Pigmentierung, wie sie übrigens auch bei rein weißen Zuchten vorkommen kann.

Herr Pernitzsch stellte nun zunächst fest, daß sich die schwarzen Larven von den hellen im wesentlichen durch die Zahl der Pigmentzellen unterscheiden und daß das Zahlenverhältnis zwischen den schwarzen und gelben Pigmentzellen bei dunklen und hellen Larven nicht sehr verschieden ist. In gleichgroßen und gleichgelegenen Hautbezirken frisch ausgeschlüpfter Tiere schwankt das Zahlenverhältnis zwischen den Xanthophoren und den in Epidermis und Corium gelegenen Melanophoren bei schwarzen Larven zwischen  $\frac{102}{100}$  und  $\frac{156}{100}$  und bei Schecklarven zwischen  $\frac{158}{100}$  und  $\frac{190}{100}$ . Weiße Pigmentzellen, die etwa als Vorläufer der guaninhaltigen Leukophoren der älteren Larven hätten angesehen werden können, wurden weder bei schwarzen, noch bei hellen Larven beobachtet.

Welche Bedeutung hat nun diese Feststellung mit Bezug auf die Entscheidung unseres Dilemmas?

Bezüglich des ersten Auftretens der Pigmentzellen beim Embryo des Axolotls liegen noch keine endgültigen Beobachtungen vor, wohl aber hat Herr Pernitzsch bei seinen frisch ausgeschlüpften Larven verhältnismäßig häufig Pigmentzellen in mitotischer Teilung gefunden. Man kann also jedenfalls so viel sagen, daß bei den hellen Larven die geringere Zahl der Melanophoren und Xanthophoren mindestens zum Teil auf eine geringere Teilungsgeschwindigkeit der Chromatophoren selbst zurückzuführen ist, und zwar muß diese Reduktion der Teilungsgeschwindigkeit beide Sorten in ungefähr gleichem Maße treffen.

<sup>1)</sup> Es lagen uns in der letzten Zeit keine rein weißen Zuchten vor.



Herrn Pernitzsch war es nun ferner aufgefallen, daß sich die Pigmentzellen der hellen Larven von denen der schwarzen durch eine geringere Durchschnittsgröße unterscheiden. Ein genaues Maß für die Größe der Zellen selbst ist wegen ihrer veränderlichen Form und der Unregelmäßigkeit ihrer Ausläufer nicht zu gewinnen, dagegen haben sich für die Kerne bestimmte Werte ermitteln lassen. Bei vier schwarzen Larven betrug die durchschnittliche Kernlänge von 200 Zellen 28,89  $\mu$ , bei 12 Scheck-Larven wurde für 183 Zellen die Durchschnittslänge von 23,07  $\mu$  erhalten.

Es liegt natürlich die Annahme nahe, daß die letzten Ursachen für beide Merkmale der hellen Larven, nämlich für die verringerte Teilungsgeschwindigkeit und die geringere Zellen- und Kerngröße, zusammenfallen und daß beide den Ausdruck einer verminderten Teilungs- und Wachstumsenergie des Plasmas darstellen, wie ja auch die weißen Axolotl im ganzen ein langsames Wachstum und eine geringere Lebenskraft aufweisen.

Zusammenfassend und ergänzend können wir also sagen:

Das Farbenkleid der schwarzen und hellen Axolotlrassen wird durch mindestens zwei<sup>1)</sup> verschiedene, auf verschiedene Zellen verteilte Pigmente gebildet und zeigt bei jungen und alten Tieren infolge einer ziemlich regelmäßigen Anordnung der Pigmentzellen ein charakteristisches Muster. Die beiden Hauptrassen verhalten sich also bezüglich ihrer allgemeinen Färbungs- und Zeichnungsverhältnisse etwa ähnlich zueinander, wie eine wildgraue und eine wildgrau-weiß gescheckte Nagerrasse. Die Rassenunterschiede sind mindestens zu einem großen Teil auf einen verschiedenen Teilungsrhythmus der Embryonal- und besonders der Pigmentzellen zurückzuführen. Ein Faktor, der durch An- oder Abwesenheit oder auf Grund verschieden abgestufter Wirkungsweise direkt die Pigmentbildung beeinflusst, kommt also bei den Rassendifferenzen des Axolotls, soweit sie von uns untersucht worden sind, nicht in Betracht, vielmehr wird man die Entstehung der hellen Rassen auf ein ungenügendes Funktionieren eines den embryonalen Teilungsrhythmus regulierenden Faktors zurückführen müssen. Mit dem rhythmischen Charakter, welcher allen auf Zellteilungsprozessen beruhenden Lebenserscheinungen naturgemäß innewohnt, mag es auch zusammenhängen, daß uns die Farbenrassen des

<sup>1)</sup> Es sind mir früher wiederholt Tiere durch die Hand gegangen, welche namentlich am Schwanz dunkel kastanienbraune Flecke besaßen. Ich habe damals nicht untersucht, ob hier etwa noch ein drittes Pigment vorliegt.

Axolotls nicht als eine kontinuierliche Reihe von Varianten, sondern in den drei Abstufungen: Wildfarbe — metamere Scheckung — extreme Akromelanie entgegnetreten.

### c) Graufärbung der Tauben.

Wir haben uns bemüht, bei anderen Tieren auch in das Verhältnis zwischen der Wildfarbe und ihren einfarbigen Mutanten auf dem Wege der entwicklungsgeschichtlichen Eigenschaftsanalyse einen genaueren Einblick zu bekommen, und Herr W. Spöttel ist im besonderen der Frage nähergetreten, wie sich z. B. das Blaugrau der Felsentaube zu den einfarbigen und gescheckten Färbungstypen verhält.

Diese Untersuchungen sind noch nicht weit genug vorgeschritten, es wird Sie aber vielleicht interessieren, daß den verschiedenen Schattierungen des Graus der Felsentaube (*Columba livia*) sehr komplizierte Pigment- und Strukturverhältnisse zugrunde liegen und daß sich in ihrem Federkleid, abgesehen von den die bläulichen Töne hervorruufenden Strukturen, nebeneinander drei Hauptpigmente: Schwarz, Rostbraun und Gelb vorfinden. Es liegen also hier ähnliche Verhältnisse vor, wie sie namentlich durch Miß Durham für die Säugetierhaare beschrieben worden sind.

### d) Über die angenommene Bastardform *Cyclops distinctus*.

Mit dem zuerst behandelten Problem der Reinheit oder Unreinheit der Gameten berührt sich sehr nahe die Frage nach der Existenz konstanter Bastardformen, also nach der Möglichkeit einer dauernden Verbindung der Elementareigenschaften.

Es ist schon seit längerer Zeit bekannt, daß an vielen Orten, an denen nebeneinander die nahe verwandten *Cyclops*-Arten *fuscus* und *albidus* vorkommen, eine dritte Form von annähernd intermediärem Habitus, *C. distinctus*, vorkommt, welche schon von verschiedenen Forschern als Bastard angesehen wurde<sup>1)</sup>. Auch die Chromosomenzahlen — bei *fuscus* und *albidus* 14, bei *distinctus* 10 typische und 1 kleines Heterochromosom — können unter gewissen Voraussetzungen und im Hinblick auf die Beobachtungen bei *Oenothera*- und *Drosera*-Bastarden (Rosenberg, Gates) mit dieser Anschauung in Einklang gebracht werden. Ich will hier nur andeuten, daß, wenn man die kleinen Chromosomen von *albidus* als halbwertig ansieht gegenüber

<sup>1)</sup> Vgl. H. Braun, Arch. f. Zellf., 3. Bd., 1909, und H. Matscheck, ebenda, 5. Bd., 1910.

den großen von *fuscus*, wenn man also für *albidus* 7 *fuscus*-Chromosomen anrechnet, für einen Bastard  $7 + 3\frac{1}{2} = 10\frac{1}{2}$  Chromosomen vom *fuscus*-Typus zu erwarten sind, eine Zahl, welcher diejenige des *C. distinctus* sehr gut entspricht.

Herr R. Neubaur hat nun zunächst versucht, durch umfangreiche und vielfach modifizierte Kreuzungen diese Frage zu entscheiden, wobei insbesondere auch in ausgedehnter Weise Verwitterungen der Weibchen vorgenommen wurden. Indessen gelang es bisher nicht, eine erfolgreiche Kreuzung zu erzielen, und wenn also wirklich *C. distinctus* ein Bastard sein sollte, so würde anzunehmen sein, daß dieser Bastard nicht regelmäßig beim Zusammentreffen der beiden anderen Arten, sondern nur unter ganz besonderen Verhältnissen zustande kommt.

Herr Neubaur hat weiterhin eine eingehende vergleichende morphologische Untersuchung der drei Formen vorgenommen. Denn auch für den Fall, daß *C. distinctus* kein Bastard ist, mußte es von großem vererbungs- und variationsgeschichtlichen Interesse sein, einmal festzustellen, in wieviel selbständig variablen Merkmalen diese drei einander so außerordentlich nahestehenden Formen konstant voneinander abweichen.

Herr Neubaur hat bis jetzt im ganzen 36 morphologische Merkmale festgestellt, durch welche alle 3 Formen oder wenigstens zwei von ihnen von der dritten unterschieden sind. Was speziell das Verhältnis von *C. distinctus* zu den beiden anderen Formen anbelangt, so wurde bei 9 Merkmalen (= 25 %) ein intermediäres Verhalten, in 9 anderen Fällen (= 25 %) eine vollkommene oder annähernd vollkommene Übereinstimmung mit dem in vieler Hinsicht als primitive Form anzusehenden *C. fuscus*, in 8 Fällen (= 22,22 %) eine Übereinstimmung mit *albidus*, in 10 Fällen (= 27,78 %) ein isoliertes, z. T. exzessives Verhalten gefunden. Beispiele für ein intermediäres Verhalten sind die Stellung der Eisäcke (bei *fuscus* anliegend, bei *albidus* weitabstehend) und die Beschaffenheit der Härchen am Innenrand der Furka (bei *fuscus* am stärksten, bei *albidus* fehlend). Ein intermediär-additives Verhalten weist das Receptaculum seminis auf, indem bei *distinctus* das längsgestreckte Receptaculum von *fuscus* gewissermaßen durch das quergerichtete von *albidus* überlagert oder gedeckt erscheint. Mit *fuscus* stimmt *distinctus* z. B. in der blauen Grundfarbe vieler Gewebe, mit *albidus* in dem Fehlen der Porenkanäle der Chitin-Cuticula überein. Eine isolierte, und zwar exzessive Bildung zeigt bei *distinctus* die Sinnesborste am kleinen Maxillarfuß.

In einigen Fällen können die Verhältnisse biologisch gedeutet werden, so wenn z. B. bei dem räuberischen *fuscus* die Zähne am Labrum am stärksten differenziert sind, während sie bei den mehr herbivoren Formen *albidus* und *distinctus* schwächer ausgebildet sind. Im ganzen dürfte die scheinbare Willkürlichkeit, mit welcher *distinctus* in einzelnen Merkmalen ein *fuscus*-ähnliches, in andern ein *albidus*-ähnliches und wieder in andern ein intermediäres, exzessives oder auch regressives Verhalten zeigt, nicht gegen die Möglichkeit sprechen, daß es sich bei *distinctus* doch um eine mehr zufällige, durch Bastardierung hervorgerufene Eigenschaftskombination handelt.

Wir sind im übrigen damit beschäftigt, diese Untersuchungen auf andere *Cyclops*-Arten weiter auszudehnen, um zunächst einen genaueren Einblick in die Zahl der selbständig variablen Außeneigenschaften der Gattung *Cyclops* zu erlangen. Wir hoffen aus dem Verhalten der Außeneigenschaften Rückschlüsse auf die Zahl und die Wechselbeziehungen der Elementareigenschaften ziehen zu können und, nachdem durch Braun und Matscheck innerhalb der Gattung *Cyclops* ein allmählicher Abbau der Chromosomenzahl festgestellt worden ist, auch etwaige Zusammenhänge zwischen der Chromosomenzahl und den Außen- und Elementareigenschaften weiter aufklären zu können.

---