

40. SHAMEL, A. D., and C. S. POMEROY: A bud variant of the Santa Rosa plum. A late maturing form possibly of commercial importance. *J. Heredity* **25**, 379—382 (1934).

41. SHAMEL, A. D., and C. S. POMEROY: Bud mutations in horticultural crops. *J. Heredity* **27**, 487—494 (1936).

42. SHAMEL, A. D., C. S. POMEROY and F. N. HARMON: Bud variation in Bartlett pear trees. *J. Heredity* **22**, 81—89 (1931).

43. SHAMEL, A. D., C. S. POMEROY and F. N. HARMON: Bud variation in peaches. *U. S. Dep. Agricult Circ.* **212** (1932).

44. SHAMEL, A. D., C. S. POMEROY, R. E. CARYL and F. N. HARMON: Bud variation in the Agen prune. *J. Heredity* **24**, 289—292 (1933).

45. STOUT, A. B.: A graft chimera in the apple. *J. Heredity* **11**, 232—237 (1920).

46. STRACHAN, C. C.: Colour strains of the Delicious apple. *Sci. Agriculture* **14**, 384—319 (1934).

47. WELDON, G. R.: Instability in peach varieties. *J. Heredity* **15**, 86—90 (1924).

48. WELDON, G. R.: Two apricot mutations. *J. Heredity* **19**, 15—16 (1928).

(Aus dem Biologischen Institut der T. H. Braunschweig.)

## Betrachtungen und Experimente über die Entstehung von Höhlentiermerkmalen.

Von **Curt Koswig**.

Nach der Anschauung LAMARCKS sollten durch Gebrauch im individuellen Leben vervollkommnete, durch Nichtgebrauch unterentwickelte oder gar atrophiierte Organe wenigstens im Verlauf vieler, unter denselben Bedingungen stehender Generationen das Erbgut so beeinflussen, daß die im individuellen Leben erworbenen Eigenschaften zu erbbedingten werden können. Kein Experiment hat LAMARCKS Anschauung bestätigen können. DARWIN sah ein weiteres Prinzip der Entstehung neuer Formengruppen in der Selektion zufällig unter den entsprechenden Lebensbedingungen vorteilhafter Varianten. Die Richtigkeit des Selektionsprinzips konnte für anlagemäßig bedingte Varianten in einer Reihe von Fällen entweder bewiesen oder wenigstens höchst wahrscheinlich gemacht werden. Die erblichen Variationen gehen auf Verschiedenheiten im Genbestand der Organismen zurück. Diese genetischen Unterschiede sind die Folge von spontanen oder umweltbedingten Veränderungen einzelner Gene oder auch Gengruppen, die als Mutationen bezeichnet werden. Da die Mutationen richtungslose Veränderungen der Erbanlagen darstellen und bei den experimentell erzeugten keinerlei für uns erkennbarer zweckmäßiger Zusammenhang mit dem mutationsauslösenden Agens besteht, ist es selbstverständlich, daß viele der mutierten Anlagen für den Organismus in seinem Kampf ums Dasein schädliche oder wenigstens gleichgültige Veränderungen im Phänotypus zur Folge haben. Vorteilhafte Mutationen, die eine bessere Lebensfähigkeit oder die Möglichkeit zur Besiedlung ökologisch andersgestalteter Gebiete schaffen, machen also unter der Gesamtzahl der Mutationen nur einen kleineren Prozentsatz aus. Wenn eine Mutation

für den Organismus eine gleichgültige erbliche Veränderung zur Folge hat, so kann unter bestimmten Bedingungen, z. B. durch Isolation eine solche gleichgültige Variante erhalten bleiben und zum Merkmal einer neuen Rasse werden, denn die mutierten Gene werden ja nach den Mendelschen Regeln auf die Nachkommenschaft übertragen. Wenn wir ein erblich bedingtes Merkmal als gleichgültig für den Organismus bezeichnen, so kann das naturgemäß nur bedeuten, daß wir auch einen indirekten Anpassungswert desselben nicht zu erkennen vermögen.

Insbesondere die Höhlentiere haben in lamarckistischen Deutungen der Evolution immer wieder eine große Rolle gespielt. Es war ja auch so einleuchtend, daß nutzlose Organe, wie die Augen, oder daß die im Dunkeln unnötige Körperpigmentierung infolge Nichtgebrauchs im individuellen Leben eines Höhlenbewohners verkümmerten und schließlich zu erblich bedingten Rudimentationen führten. Haben wir Veranlassung, diesen Gesichtspunkt auch heute noch gelten zu lassen, nachdem an anderen Organismen mit Hilfe des modernen vererbungs-wissenschaftlichen Rüstzeuges ganz andere Erklärungen für das Evolutionsgeschehen geboten werden können? Es ist gewiß kein Zufall, daß wir unter den Reptilien fast keinen echten Höhlenbewohner finden, es wohl aber eine ganze Reihe von trogliphilen oder troglobionten Arten unter den Amphibien gibt. Die optimalen Lebensbedingungen sind in diesen beiden Wirbeltierklassen voneinander ganz verschieden. Die Reptilien lieben meist Wärme und Trockenheit, die Amphibien ziehen sich infolge ihres mangelhaften Verdunstungsschutzes bevorzugt in kühle

und feuchte Gebiete zurück. Die Reptilien neigen daher nicht zur freiwilligen Besiedlung von Höhlen und streben, zufällig in die Höhlen gelangt, wieder ans Tageslicht zurück oder sie gehen dort zugrunde. Die Amphibien aber sind dem Höhlenleben präadaptiert, sie besuchen sie freiwillig, und manche Arten sind ganz zum Höhlenleben übergegangen. Was für die beiden so verschiedenartig organisierten Wirbeltierklassen gilt, kehrt in anderen Tierstämmen wieder. Unter den echten Höhlenbewohnern finden wir stets solche Arten, deren nächste oberirdische Verwandte zumeist auch niedere Temperaturen bevorzugen oder gut ertragen und bei den Landbewohnern solche, die einen hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft brauchen. Wir sind daher berechtigt, anzunehmen, daß auch der oberirdisch lebende Ahne einer cavernicolen Art bereits in den wesentlichen physiologischen Merkmalen für das Höhlenleben präadaptiert war. Es kommen also für die Besiedlung von Höhlen solche Formen in Betracht, die man in der Regel als stenotherm — kälteliebend oder als stenohygr in der ökologischen Literatur zu bezeichnen pflegt. Zu wenig beachtet hat man nur bislang, daß auch solche Formen, die besonders eurytherm sind, d. h. also bei verschiedensten Temperaturen noch optimale Lebensbedingungen finden, zur Besiedlung von Höhlen unter bestimmten Umständen geeignet sind. Ehe man generell behauptet, daß die Höhlentiere sämtlich stenotherm seien, sollten zunächst die kritischen Temperaturen für jede Art experimentell festgelegt werden. Selbst ein so typischer Troglobiont wie z. B. der Grottenolm erweist sich nämlich als recht eurytherm. Bei den hohen Wärmegraden, die z. B. während des Sommers in Triest herrschen, gedeihen in dem dortigen Aquarium die Grottenolme ausgezeichnet. Aufgabe dieser Zeilen soll es nun nicht sein, Einzelheiten der Präadaption und der allgemeinen ökologischen Anforderungen beim Höhlenleben zu besprechen. Vielmehr gilt es, zu der Frage Stellung zu nehmen, ob die in konvergenter Weise bei vielen Troglobionten vorkommenden Rückbildungserscheinungen einer Erklärung mit Hilfe bekannter vererbungs-wissenschaftlicher Tatsachen zugänglich sind oder nicht. Zu diesen sog. Anpassungserscheinungen der Höhlenbewohner gehört z. B. die Rudimentation ihrer Augen und ihre Pigmentlosigkeit. Gewiß wird bei einer Reihe von jetzt in Höhlen lebenden Arten Augen- und Pigmentverlust schon vor dem Übergang zum Höhlenleben erworben worden sein. Wenn z. B. die Vorfahren der jetzigen Höhlenbewohner etwa terricole

Tiere oder Besiedler von Mikrokavernen, z. B. unterirdischen Nestern, waren, könnte die Ausbildung der auch unter diesen Bedingungen biologisch nutzlosen Rudimentationen schon dort erfolgt sein. Unsere Frage wird aber dadurch nicht berührt. Denn einerseits gibt es sicher eine Reihe von Cavernicolen, die ihre „Anpassungs“erscheinungen erst nach dem Übergang zum Höhlenleben erwarben und andererseits muß der Versuch der Beantwortung unserer Frage grundsätzlich auch schon für diejenigen Tiere anwendbar sein, die bereits blind oder pigmentlos oder beides in die Höhlen gelangten. Denn jeweils handelt es sich ja um die Rückbildung von solchen Organen, die unter den waltenden ökologischen Bedingungen für den Organismus als wertlos zu betrachten sind. Im wesentlichen wird allerdings im folgenden Abschnitt ausschließlich von solchen Formen die Rede sein, bei denen alles dafür spricht, daß sie erst nach dem Übergang zum Höhlenleben die erwähnten „Anpassungen“ entwickelten.

Vor einigen Jahren wurde aus einer Höhle des Harzes eine Forelle beschrieben, die aus einem oberirdischen Bachlauf in die Höhle eingeschwemmt war. Das Tier war auffällig hell gefärbt und besaß die für unsere Bachforellen typischen roten Tüpfel überhaupt nicht mehr. Ich selbst fing in einer istrianischen Höhle zwei junge Döbel (Abb. 1), die weit schwächer pigmentiert waren als ihre oberirdischen Artgenossen, ja, die man sogar als schwächer pigmentiert bezeichnen kann, als es manche echten höhlenbewohnenden Fische Nordamerikas nach EIGENMANNs Beschreibung sind. Im Fall der Döbel kann man wahrscheinlich machen, daß sie etwa ein Jahr lang in der völligen Dunkelheit der Höhle ihr Dasein gefristet hatten. Ein schönes Beispiel „wie schnell“ das Pigment rückgebildet wird, sagen da manche und meinen gleichzeitig, mit diesem ontogenetischen Rückbildungsvorgang sei nun auch schon die Anbahnung eines neuen phylogenetischen Rudimentationsprozesses aufgezeigt. Der Grottenolm ist gewiß ein uralter Bewohner der Höhlen, sein nächster Verwandter, *Palaioproteus klatti*, lebte oberirdisch in den Wasserläufen der Braunkohlenwälder des Geiseltales während des Eozäns. Setzt man den Grottenolm in ein belichtetes Aquarium, so bildet er bald in reichlichem Maße Pigment (Abb. 2). Da sagen wieder einige: Hier sieht man, ganz hat der Olm seine Pigmentbildungsfähigkeit trotz des Aufenthaltes im Dunkeln über viele Generationen immer *noch nicht* verloren. Tatsächlich sind vom genetischen Standpunkt so-

wohl die angeführten Beispiele zufällig in die Höhlen geratener Fische wie das des Grottenolms fast uninteressant zu nennen. Denn einen Beweis für die Entstehung erblicher Fälle von Pigmentlosigkeit, die bei anderen Höhlentieren bestimmt vorkommen, liefern sie überhaupt nicht. Vielmehr wird mit den angeführten Beispielen nur die Abhängigkeit der die Pigmentbildung auslösenden physiologischen Prozesse von dem Vorhandensein von Tageslicht gezeigt. Anlagemäßig liegen bei den genannten troglloxenen Fischen und bei dem troglobionten Schwanzlurch weitgehend analoge Verhältnisse vor. Allen dreien kommt eine Anlage (oder ein Anlagenkomplex) für das Pigmentbildungssystem zu, die ihre pigmentbildenden Potenzen nur bei Belichtung, dann aber sofort und ausgiebig realisiert. Nur weil der Döbel normalerweise im Licht, der Olm normalerweise im Dunkeln lebt, *scheint* zwischen beiden in der Pigmentbildungsfähigkeit ein Unterschied vorhanden zu sein. Macht man aber die Umweltbedingungen für beide gleich, so ist auch ihre Reaktion verblüffend ähnlich. Es ist eine hier nicht im einzelnen zu erörternde Frage, warum unseren drei Arten erblich eine so weite Reaktionsnorm bezüglich ihrer Pigmentbildung zukommt. Als Beweis für die Entstehungsart von Höhlentiermerkmalen können diese Fälle aber jedenfalls nicht herangezogen werden. Beim Grottenolm spricht seine Pigmentbildungsfähigkeit dafür, daß bereits sein in die Höhlen eindringender Vorfahre eine stark umweltabhängige Pigmentbildungsfähigkeit besessen haben kann.

Ehe Fälle erblicher Pigmentlosigkeit und ihrer wahrscheinlichen Entstehung besprochen werden, mag noch kurz auf folgende Frage eingegangen werden. Welche Bedeutung kann der Pigmentverlust beim Dunkelleben haben? Die Erscheinung der Pigmentlosigkeit bei Höhlentieren, mag sie nun anlage- oder umweltbedingt sein, ist so allgemein, daß die Frage nach der Bedeutung des Pigmentverlustes berechtigt erscheint. Die bei oberirdischen Tieren vorkommenden Farbstoffe haben neben vielen anderen auch die Bedeutung, als Lichtschutz oder als schützende Färbung zu wirken. Beide Funktionen der Pigmente fallen unterirdisch bei der allgemeinen Dunkelheit weg. Hier ist Pigmentlosigkeit also mindestens ein gleichgültiges und daher wohl erhaltungsfähiges Merkmal. Außerdem ist aber auch denkbar, daß Pigmentlosigkeit insofern sogar von adaptivem Wert sein kann, wenn man folgende Überlegung als richtig unterstellt: In unseren Beispielen spielt als Pigment der

schwarze Farbstoff, ein Melanin, eine besondere Rolle. Diese schwarzen, unlöslichen oder schwerlöslichen Pigmente sind Oxydationsprodukte von Bestandteilen der Eiweißkörper, z. B. des Tyrosins. Es ist denkbar, daß manche Organismen, des Zwanges enthoben, sich einen Lichtschutz zu beschaffen, gern auf die Bildung von Mela-



Abb. 1. Döbel, *Squalius cephalus*,  $\frac{1}{2}$  nat. Gr., durch längeres Höhlenleben stark depigmentiert.

ninen verzichten und die sonst totgebrannten Eiweißbausteine anderweitig in ihrem Stoffwechsel verwerten. Vielleicht gilt für die Pigmentlosigkeit einer Höhlentierart die erste, für eine andere die zweite Erklärung.

Bei einer großen Zahl von Cavernicolen ist

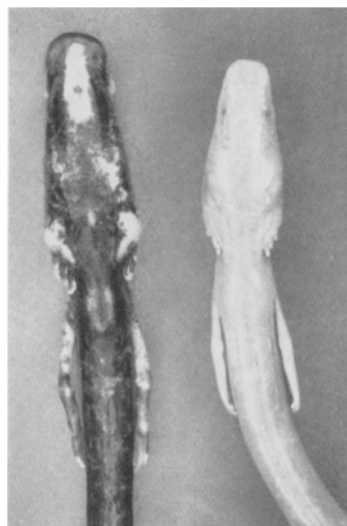


Abb. 2. Grottenolme, ca. nat. Gr. (*Proteus anguineus*). Rechts: pigmentlose Normalform aus Höhlen. Man sieht die rudimentierten Augen als schwarze Pünktchen. Links: pigmentiertes Individuum nach längerem Aufenthalt im Licht.

die Pigmentlosigkeit nicht umweltmäßig, sondern anlagemäßig bedingt. Bei diesen letzteren Formen wird auch nach Änderung der Umweltbedingungen durch Belichtung kein Pigment gebildet. Bei dem berühmten Höhlenfisch der Mammuthöhle z. B., *Amblyopsis spelaeus*, wird keine Pigmentierung beobachtet, wenn er ins Licht gesetzt wird, ja, die Reduktion des beim jungen Tier noch vorhandenen Farbstoffes

schreitet bei Belichtung ungestört fort. Auch einige farblose Höhlenkrebse, wie Niphargusarten und die Höhlenassel *Asellus cavaticus*, bilden, ins Licht gebracht, keine Pigmente. In diesen Fällen haben wir es mit erblichem Pigmentverlust zu tun, der, wie oben erörtert,



Abb. 3. *Stygicola dentatus* (Poey), blinder kubanischer Höhlenfisch. Oben stark-, unten unpigmentiertes Exemplar. ( $\frac{1}{16}$ .)

beim Höhlenleben wohl mindestens als gleichgültiges Merkmal betrachtet werden kann. Wenn bei einer oberirdischen Tierart, durch die Mutation eines Gens verursacht, Pigmentlosigkeit auftritt, so ist der Albino unter den normalen Lebensbedingungen dieser Art in der

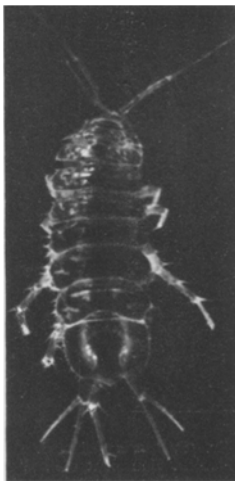


Abb. 4. Normalgefärbte oberirdische Wasserassel. (ca. 10  $\times$ .)



Abb. 5. Schwach pigmentierte Assel aus der Grotta nera. (ca. 10  $\times$ .)

Regel gegenüber seinen pigmentierten Geschwistern benachteiligt. Im Zustande der Domestikation dagegen, wo die natürlichen Bedingungen einer weitgehenden Veränderung unterliegen, ist ein albinotisches Individuum durchaus erhaltungsfähig und kann zum Begründer einer neuen Albinorasse werden. Es

liegt nahe, zu versuchen, auf Grund des gleichen Prinzips, das bei Änderung der Umweltbedingungen die albinotische Mutante einer oberirdischen Art lebensfähig bleiben läßt, auch die Entstehung von erblicher Pigmentlosigkeit bei Höhlentieren zu erklären. Voraussetzung für einen derartigen Erklärungsversuch sind zwei Erscheinungen:

1. Das Auftreten von pigmentlosen Mutanten bei solchen Formen, die dem Höhlenleben präadaptiert erscheinen und

2. die gleiche Lebensfähigkeit derartiger Mutanten im Vergleich zur normal gefärbten Ausgangsform innerhalb der Höhlen.

Zuersten Punkte ist darauf hinzuweisen, daß tatsächlich pigmentlose Individuen, hervorgerufen durch die Mutation einer am Pigmentbil-

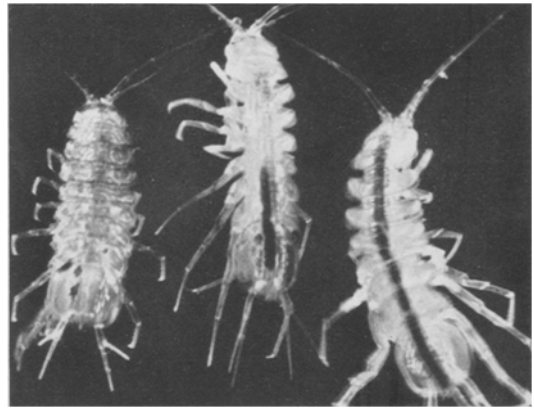


Abb. 6. Sehr schwach gefärbte (links) und fast pigmentlose Asseln aus der Grotta nera. (ca. 10  $\times$ .)

dungsvorgang beteiligten Anlage bei nahen Verwandten von Höhlentieren beobachtet werden können. Überhaupt gehören ja gerade solche Mutationen, die Albinismus oder ähnliche Pigmentrückbildungen verursachen, zu den häufigsten erblichen Veränderungen, die wir kennen. Die zweite Voraussetzung, gleich gute Lebensfähigkeit der pigmentlosen Individuen im Vergleich zu den pigmentierten in der Höhle muß in jedem Einzelfall an Ort und Stelle geprüft werden. Fälle, die als Beispiele dienen können, werden unten erwähnt. Wenn überhaupt eine von vererbungswissenschaftlichen Vorstellungen ausgehende Erklärung mehr bieten soll, als eine neue Hypothese, so müssen möglichst experimentelle Untersuchungen zu ihrer Stützung neben faunistischer Sammlerarbeit herangezogen werden. Ehe auf meine und meiner Frau diesbezügliche Arbeiten eingegangen wird, seien noch kurz einige Erscheinungen ge-

schildert, die mindestens einen Fingerzeig für die Möglichkeit einer vererbungswissenschaftlichen Erklärung zur Entstehung von Höhlentiermerkmalen bieten. Wenn auf Grund richtungsloser Mutationen die Pigmentlosigkeit bei Höhlentieren entsteht, so ist eigentlich anzunehmen, daß man wenigstens bei gewissen Arten, die Höhlenbewohner sind, gar nicht einheitliche Pigmentlosigkeit aller Individuen am natürlichen Fundorte antrifft, sondern dort verschiedenartige Varianten findet. Bei der weitgehenden Gleichheit der Lebensbedingungen in einer Höhle ist es das wahrscheinlichste, daß etwa vorkommende verschiedene Farbtypen bei Gleichheit der Umwelt auf verschiedenen Anlagen beruhen. Tatsächlich gibt es derartige Fälle ziemlich häufig. Man könnte Beispiele aus ganz verschiedenen Tiergruppen in größerer Zahl beibringen. So sind z. B. von dem kubanischen Höhlenfisch *Stygicola dentatus* Exemplare bekannt, die intensiv pigmentiert sind, andere, die kaum Farbstoff besitzen und schließlich, durch viele Zwischenstufen mit den pigmentreichsten verbunden, gibt es solche, die überhaupt farblos

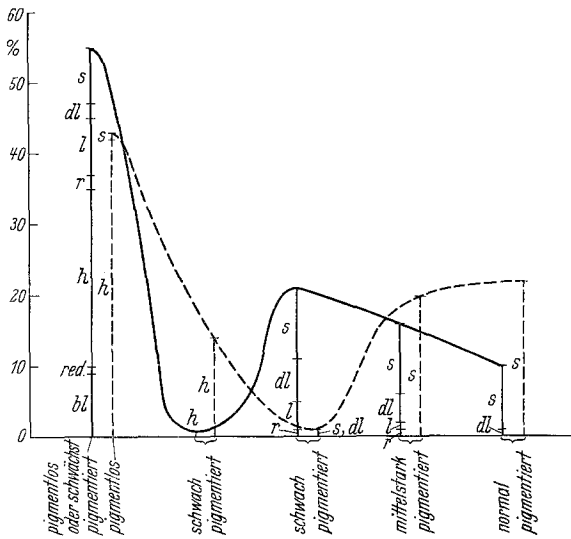
sind (Abb. 3). Einen entsprechenden Fall erwähnt die Literatur für die Populationen der Wasserassel *Asellus aquaticus*, die in verschiedenen istriatischen Höhlen vorkommen. Leider sind diese Angaben insofern falsch, als man dort die Behauptung findet, die dunkelsten Tiere lebten nahe am Ausgang der Höhle, die hellsten dagegen in der tiefen Dunkelheit der hinteren Höhlenräume. Diese Angaben sind falsch und insofern besonders zu bedauern, als durch sie der Eindruck erweckt wird, als wäre der Grad der Pigmentlosigkeit eine Funktion des zunehmenden Lichtmangels. Damit wird dann wieder lamarckistische Interpretationen Tür und Tor geöffnet. In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse ganz anders. Ich habe in den Adelsberger Höhlen an zwei, kilometerweit voneinander getrennten Stellen, jeweils eine große Zahl von Tieren gesammelt. Der eine Fundort liegt direkt am Grotteneingang, in seinen vordersten Teil fällt noch schwaches Tageslicht. Die andere Population wurde in der schwarzen Grotte (Grotta nera) etwa in der Mitte des unterirdischen Laufes der Poik gesammelt, in einer völlig

Tabelle 1.

| Körperfarbe   | Augenfarbe und -form             | Prozentsatz am Fundort |             |
|---|----------------------------------|------------------------|-------------|
|   |                                  | Grande duomo           | Grotta nera |
| O, d. h. pigmentlos   | pigmentlos und blind             | —                      | 9.31        |
|   | pigmentlos „reduzierte“ Struktur | —                      | 0.82        |
|   | normal strukturiert, ohne Augen- |                        |             |
|   | pigment                          | 41.47                  | 23.80       |
|   | rotäugig                         | —                      | 1.60        |
|   | lilaäugig                        | —                      | 2.70        |
| O, KO/I bis O/I, d. h. schwächst pigmentiert  | dunkellilaäugig                  | —                      | 0.55        |
|   | schwarzäugig                     | 0.66                   | 5.50        |
|   | ohne Augenpigment                | —                      | 1.10        |
|   | rotäugig                         | —                      | 0.55        |
|   | lilaäugig                        | —                      | 4.40        |
|   | dunkellilaäugig                  | —                      | 0.54        |
| O/I KI, d. h. sehr schwach pigmentiert  | schwarzäugig                     | —                      | 2.50        |
|   | lilaäugig                        | —                      | 1.40        |
|   | dunkellilaäugig                  | —                      | 0.55        |
| I bis I, K II, d. h. schwach pigmentiert  | ganz oder fast ohne Augenpigment | 14.10                  | —           |
|   | rotäugig                         | —                      | 0.55        |
|   | lilaäugig                        | —                      | 4.10        |
|   | dunkellilaäugig                  | 0.48                   | 5.45        |
|   | schwarzäugig                     | 0.48                   | 9.90        |
| II bis II, K III, d. h. mittelstark pigmentiert   | rotäugig                         | —                      | 0.27        |
|   | lilaäugig                        | —                      | 0.27        |
|   | dunkellilaäugig                  | —                      | 4.35        |
|   | schwarzäugig                     | 19.82                  | 10.40       |
| III bis IV, d. h. normal pigmentiert, wie es auch bei oberirdischen Populationen beobachtet wird. | dunkellilaäugig                  | —                      | 0.55        |
|   | schwarzäugig                     | 22.50                  | 8.79        |

dunklen Zone (Abb. 4, 5, 6). Wie die beiden Tabellen, in denen die Prozente der verschiedenartigen Farbklassen, die sich an beiden Fundorten vorfinden, zeigen, besteht zwischen der Entfernung vom Höhleneingang und dem Ausmaß der Aufhellung nicht die geringste Korrelation. Auffällig ist ferner, daß bestimmte Färbungsvarianten, die am vorderen Fundort (Grande Domo) vorkommen, am anderen (Grotta nera) fehlen, oder in ganz andersartigen Prozentsätzen auftreten. Umgekehrt gilt das entsprechende für bestimmte Färbungen, die man in der Grotta nera findet. Schon die Einheitlichkeit des Fundortes macht es von vornherein wahrscheinlich, daß die vorhandenen Verschieden-

Tabelle 2.



Kurvenmäßige Darstellung der Häufigkeit best. Farbklassen im Grande duomo (---) und in der Grotta nera (—). *bl* = blind, *red* = reduziert, Augenfarben: *h* = pigmentlos, *r* = rot, *l* = lila, *dl* = dunkellila, *s* = schwarz.

heiten nicht umweltbedingt, sondern durch Anlagen verursacht sind. Bei der außerordentlichen Mannigfaltigkeit der Phänotypen muß angenommen werden, daß die Heterozygotie für bestimmte Färbungen an den einzelnen Fundorten sehr groß ist und im übrigen bestimmte Gene, die in der einen Population häufig sind, in der anderen ganz oder teilweise fehlen. Zuchtversuche bestätigen diese Vermutung. In der Nachkommenschaft eines Elternpaares bekommt man die verschiedensten Phänotypen. Dabei wurde selbstverständlich die gesamte Nachkommenschaft eines Pärchens unter weitgehend identischen Bedingungen im gleichen Aquarium gehalten. Die in der aufgeführten Tabelle herausgegriffenen wenigen Beispiele mögen genügen, um die Mannigfaltigkeit zu

zeigen, die man sogar in solchen Kreuzungen erhält, wo beide Eltern annähernd gleich gefärbt waren. Infolge der langsamen Vermehrung und der nicht sehr großen Nachkommenschaften ist der Versuch, eine Faktorenanalyse im einzelnen durchzuführen insbesondere in Anbetracht der außerordentlich großen Heterozygotie jedes Einzeltieres ein fast hoffnungsloses Beginnen. An Hand einiger Zuchttabellen mag aber aufgezeigt werden, wie komplex die erbliche Bedingtheit der verschiedenen Farbtypen offenbar ist. Nachdem man in einem Falle festgestellt hat, daß zwei pigmentlose Tiere nur unpigmentierte Nachkommen geben und andererseits in der Nachkommenschaft gefärbter Individuen pigmentfreie auftreten, ist es naheliegend, die Pigmentlosigkeit auf eine rezessive Anlage zurückzuführen. Dem widerspricht aber eine andere Kreuzung, in der lauter pigmentierte Individuen aus der Paarung zweier unpigmentierter entstanden. Entsprechende Beispiele, wie für die Körperfärbung ließen sich auch für Besonderheiten in der Ausbildung des Augenpigments, z. B. für Rotäugigkeit aus unseren Zuchttabellen anführen.

## Zucht 9.

Aus ♀ 28, Körperfarbkategorie II (mittelstark pigmentiert), Augenfarbe schwarz und ♂ 29, Körperfarbkategorie 0, K o/I (farblos, geringer Pigmentanflug am Kopf), Augenfarbe schwarz.

Es traten auf:

- 6 mit Körperpigment, schwarzäugig,
- 1 mit wenig Körperpigment, dunkellilaäugig,
- 1 ohne Körperpigment, rotäugig.

## Zucht 21.

Aus ♀ 21, unpigmentiert, ohne Augenpigment, und ♂ 22, unpigmentiert, ohne Augenpigment.

Es traten auf (im Alter von 3 Monaten ausgezählt): 26 unpigmentierte, ohne Augenpigment.

Im Alter von 6 Monaten lebten noch 20 Tiere, von ihnen waren:

- 10 unpigmentiert, ohne Augenpigment geblieben,
- 10 schwächst pigmentiert, ohne Augenpigment.

## Zucht 33.

Aus ♀ 86, pigmentlos, ohne Augenpigment, und ♂ 112 pigmentlos, mit rotem Augenpigment. Es traten auf:

- 3 mit Körperpigment, schwarzäugig,
- 1 zunächst pigmentlos, schwarzäugig, später mit Körperpigment, schwarzäugig,
- 1 mit Körperpigment, rotäugig,
- 2 nur am Kopf schwach pigmentiert, lilaäugig,
- 2 pigmentlos, schwarzäugig,
- 2 pigmentlos, rotäugig,
- 2 pigmentlos, lilaäugig,
- 1 pigmentlos, erst rot-, dann lilaäugig,
- 4 pigmentlos, ohne Augenpigment,
- 1 pigmentlos, erst ohne, später mit rötlichem Augenpigment.

## Zucht 60.

Aus ♀ 144, pigmentlos, blind,  
und ♂ 150, pigmentlos, ohne Augenpigment.  
Es traten auf:

- 1 pigmentlos, ohne Augenpigment,
- 1 pigmentlos, lilaäugig.

## Zucht 62.

Aus ♀ 209, unpigmentiert, mit rotem Augenpigment,  
und ♂ 207, pigmentiert, rotäugig.  
Es traten auf:

- 15 pigmentierte, schwarzäugig,
- 5 pigmentierte, lilaäugig,
- 1 unpigmentiert, schwarzäugig,
- 1 unpigmentiert, lilaäugig.

Die Kreuzungsergebnisse zeigen jedenfalls, daß nicht nur ein Faktor für Pigmentlosigkeit oder für Rotäugigkeit in unseren Populationen vorkommt, sondern mehrere analoge Faktoren den gleichen phänotypischen Effekt bedingen können. Daß jede der beiden Höhlenpopulationen ein so außerordentlich buntes Gemisch verschiedenster Genotypen darstellt, ist erklärlich, wenn man annimmt, daß unter den Bedingungen des Höhlenlebens die Art der Pigmentierung bedeutungslos ist und jedem Phänotypus die gleiche Lebensfähigkeit zukommt. Förderlich ist außerdem dem Erhaltenbleiben dieser Heterozygotie die relative Isolierung unserer Populationen. Vor ihrem Eintritt in den Karst besitzt die Poik fast keine Asseln. In tagelangem Suchen habe ich in ihr ein normal gefärbtes Exemplar gefunden. Außerhalb der Höhlen findet sich also offenbar ein Feind, der die Asseln auffrißt. Nur in Gräben, die lediglich bei Hochwasser mit dem Fluß in Verbindung stehen, leben Wasserasseln. Wir haben Hunderte von Tieren dieser Fundstelle untersucht. Alle hatten normales Körperpigment, bei einer war der Augenfarbstoff lila statt schwarz. Eine Einschleppung dieser oberirdischen Asseln in den Großen Dom findet anscheinend kaum statt. Ebensovienig sind Anhaltspunkte für eine weite Verschleppung der Tiere aus dem Großen Dom in die hinteren Teile der Höhle vorhanden. An einer zugänglichen Stelle zwischen dem Großen Dom und der Schwarzen Grotte habe ich vergeblich nach Asseln gesucht. Wenn man sich die natürlichen Bedingungen und die Lebensweise der Asseln vergegenwärtigt, ist die relative Isolation verständlich. Denn die Asseln sind benthale Tiere, die sich normalerweise kriechend und nicht schwimmend bewegen. Gegen die Strömung schützen sie sich, indem sie sich an oder unter Steinen bergen. Gerät eine Assel bei Hochwasser in die starke Strömung, so ist es viel wahrscheinlicher, daß sie, wenn sie sich nicht bald wieder festhalten kann, verletzt wird

und zugrunde geht, als daß sie kilometerweit in dem unterirdischen Fluß unbeschädigt fortgetragen würde.

Die am natürlichen Fundort beobachtete Farbvariabilität und der Nachweis der komplizierten mendelnden Bedingtheit der verschiedenen Varianten sind mit einem vererbungs-wissenschaftlichen Erklärungsversuch in bester Übereinstimmung. Außer für die Färbung besteht nun auch noch Variabilität für den Ausbildungsgrad der Augen. Im Grande Duomo sind alle Tiere normaläugig, auch die, die am weitesten hinten leben. In der Grotta nera kommt neben normaläugigen Tieren (Abb. 7) ein kleiner Prozentsatz von „blinden“ Exemplaren vor. Eine besondere Erscheinung, deren genetische Grundlagen auch noch nicht geprüft sind, ist die, daß sich blinde Tiere nur bei den sehr pigmentarmen oder den pigmentlosen Farbtypen vorfinden. Unter dem Sammelnamen

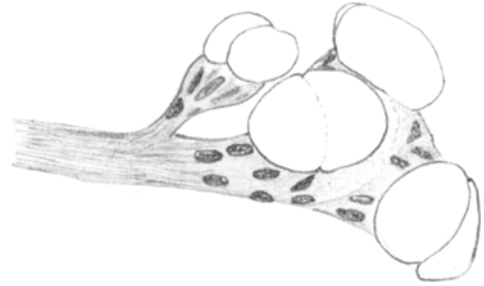


Abb. 7. Auge eines normaläugigen Individuums ohne Augenpigment aus der Schwarzen Grotte. (× 400.)

„blind“ werden verschiedenartige Formen der Augenreduktion zusammengefaßt. Einige Tiere, die wir reduziert nennen, haben zwar noch den typischen Augenbau, die Kristallkörper jedoch haben ein verändertes Lichtbrechungsvermögen. Bei anderen Exemplaren, die wir deformiert nennen wollen, ist der *Nervus opticus* normal gestaltet. An die Stelle der vier im Facettenauge vereinigten Ommatidien tritt eine kompakte Zellmasse, in der die verkleinerten Krystallkörper oft zahlenmäßig vermehrt, planlos durcheinander liegen (Abb. 8). Während bei einer Reihe der deformiertäugigen Individuen die Krystallkörper ein starkes Lichtbrechungsvermögen haben, fehlt dieses bei anderen Exemplaren ganz. Schließlich kommen noch echte blinde Tiere unter den Grotta-nera-Exemplaren vor. Bei ihnen fehlen auch die Reste von Krystallkörpern und an die Stelle des Auges tritt eine embryonal anmutende Zellgruppe, die durch einen normal ausgestalteten Nerv mit dem Gehirn verbunden ist (Abb. 9).

Derartige Unterschiede im Augenbau an einem und demselben Fundort sind in Anbetracht der relativen Isolierung unserer Formengruppe lamarckistisch kaum zu verstehen. Vom gene-

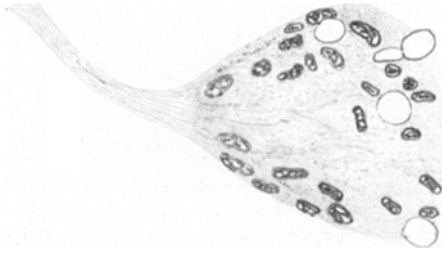


Abb. 8. Rudimentiertes Auge des Grotta nera-Typs mit lichtbrechenden, zerstreut liegenden Krystallkörperresten. ( $\times 400$ .)

tischen Standpunkte aus liegt folgende Erklärung nahe: So, wie es unter den Bedingungen des Höhlenlebens gleichgültig ist, ob und wie die Asseln pigmentiert sind, so ist es auch biologisch für die Tiere gleichgültig, wenn sie

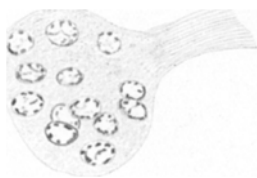


Abb. 9. Augenrudiment einer blinden Assel der Schwarzen Grotte. ( $\times 400$ .)

irgendwelche, die Augen mißbildenden Anlagen enthalten und daher „blind“ sind. Nochmals 3 km weiter in der Höhle flußabwärts, in der Planina-Höhle, lebt wiederum eine Assel-

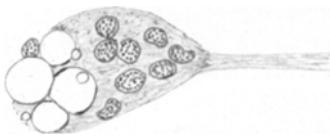


Abb. 10. Deformiertes Auge einer Assel der Planina-Höhle. Krystallkörper z. T. kleiner als die Kerne. ( $\times 400$ .)

Population. Dort, wo man zwischen der Grotta nera und der Planina-Höhle an die unterirdische Poik heran kann, in der sog. Poik-Höhle, habe ich trotz eifrigsten Suchens keine Asseln gefunden. Wir können also in den Planinatieren wiederum eine wenigstens relativ isolierte Popu-

Rudimente im rechten und linken Auge ganz verschieden sind. Eine zweite Gruppe von Individuen hat „destruierte“ Augen. Bei ihnen ist der Bau des Gesamtauges ähnlich dem der deformierten. Während aber bei den deformierten die Krystallkörper ihre rundliche Gestalt stets behalten, mögen sie auch zu winzigen Gebilden von weniger als Kerngröße geworden sein, sind bei den destruiertäugigen Tieren die Krystallkörper ganz unregelmäßig, eckig und niemals scharf lichtbrechend (Abb. 12, 13). Eine letzte Gruppe, die wiederum die echten blinden Tiere darstellt, ist in sich nicht einheitlich. Zwar fehlt allen Exemplaren jegliches Krystallkörperrudiment. Aber entweder ist als Rest des Auges ein Zellkomplex erhalten, der große, lichte Kerne

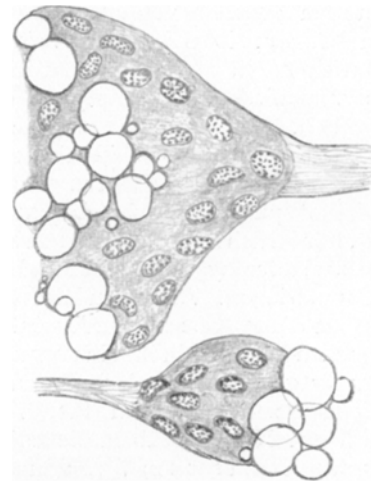


Abb. 11. Starke Asymmetrie in der Ausbildung der deformierten Augen einer Assel der Planina-Höhle. ( $\times 400$ .)

enthält, wie er auch den blinden Grotta-nera-Tieren zukommt (Abb. 14), oder der Augenrest wird durch eine vielkernige Zellgruppe dargestellt, für die kleine und spindelförmige Kerne charakteristisch sind (Abb. 15). Der Reduktionsvorgang führte innerhalb der Planinatiere also zu zwei morphologisch deutlich unterscheidbaren Reduktionsformen. Deren Auftreten ist in Anbetracht der Übereinstimmung der Umweltbedingungen lamarckistisch unverständlich, genetisch aber liegt er klar. Es ist wahrscheinlich, daß auf Grund verschiedener degenerativer Mutationen verschiedene blinde Phänotypen erschienen. Außer im Lauf der Poik, die zum Schwarzen Meer hin abwässert, findet sich eine Höhlenpopulation von *Asellus aquaticus* auch noch im unterirdischen Lauf der Reka, die man in der Lindner-Grotte bei Trebiciano erreichen kann. Auch hier sind alle



Exemplare weiß. Wieder finden sich bezüglich des Augenbaues eine Reihe von Varianten. Einige wenige Tiere haben normal gestaltete Augen. Die meisten zeigen eigentümliche Destruktionserscheinungen. Bei ihnen ist ähnlich den deformierten Grotta-nera-Tieren die Zahl der planlos umherliegenden Krystallkörper vermehrt (Abb. 16, 17). Die asymmetrische Ausbildung des Auges fällt besonders stark auf. Vor allen Dingen tritt aber ein Unterschied gegenüber den blinden Tieren aus der Poik in folgendem hervor. Während auch die stärksten Reduktionsstufen des Auges bei den Individuen aus der Poik durch einen normal gestalteten Nervus opticus mit dem Gehirn verbunden waren, erstreckt sich die Asymmetrie bei den Tieren aus der Lindner-Grotte auch noch auf die Ausbildung des Nervus opticus selbst, der auf der einen Körperseite normal gestaltet und auf der anderen durch einen Zellstrang ohne Nervenfasernstruktur ersetzt sein kann (Abb. 16). Die im wahren Sinne des Wortes blinden Tiere der Lindner-Grotte schließlich bilden wieder einen Typus für sich. Der kleine Knopf am Ende des Nervus opticus, der das Augenrudiment darstellt, besteht aus spindelförmigen, sich sehr intensiv färbenden Kernen, wie sie sonst bei keinem blinden Typus beobachtet werden (Abb. 18). Da die Poik zum Schwarzen Meer und die Reka zur Adria hin abwässert, befinden sich die in ihnen enthaltenen Asselpopulationen in völliger Isolierung voneinander. Das Endergebnis der Augenreduktion ist grob betrachtet sehr ähnlich, bei genauerem Zusehen stellen sich Unterschiede heraus, die nicht erklärt werden können, wenn man die Annahme macht, daß durch die Bewirkung der dunklen Umwelt eine gleichsinnige Augenreduktion erfolgen soll. Der relativen oder absoluten Isolation muß eine wesentliche Bedeutung für die Hervorbringung der Unterschiede in den Reduktionsformen zugeschrieben werden.

Wie können wir es uns endlich vorstellen, daß Einheitlichkeit für bestimmte Merkmale erzielt wird, die wir bezüglich der Pigmentierung in der Planina-Höhle und in der Lindner-Grotte tatsächlich realisiert finden und die bei vielen anderen Höhlenbewohnern auch für die Form der rückgebildeten Augen typisch ist. Genetisch formuliert müßte unsere Frage lauten: Wie kommt Homozygotie der Anlagen für Pigment- und Augenverlust bei höhlenbewohnenden Kolonien oberirdisch pigmentierter und mit Augen versehener Formen zustande? Der Weg, der

zunächst eingeschlagen wird, um das Ziel zu erreichen, geht offenbar über das Auftreten degenerativer Varianten, wie wir sie bei *Asellus aquaticus* in istriatischen Höhlen feststellen

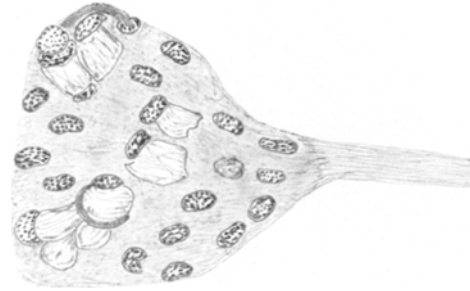


Abb. 12. Destruiertes Auge einer Assel der Planina-Höhle. Krystallkörper unscharf, eckig, nicht lichtbrechend. (× 400.)

konnten. Insofern ist es berechtigt, unsere höchst variablen Asselpopulationen als Höhlentiere „in statu nascendi“ zu bezeichnen. Im

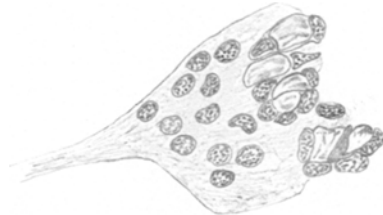


Abb. 13. Destruiertes Auge eines anderen Planinatiers. (× 400.)

Gegensatz zu diesen jungen Höhlenbewohnern zeigen in der Regel solche Arten, die bereits lange unterirdisch beheimatet sind, anlagemäßige Einheitlichkeit für Augen- bzw. Pigmentverlust,



Abb. 14 u. 15. Die beiden Formen von Augen blinder Planinatiere. (× 400.)

wie aus der weitgehenden Übereinstimmung der Phänotypen der betr. Art von einem Fundort geschlossen werden kann. Zur Erklärung des Homozygotwerdens bestimmter Anlagen d. h. zur Bildung einer Rasse stehen dann mehrere Wege zur Verfügung.

1. Der mutierte Typus, in unserem Fall z. B. der pigmentlose, ist unter den Bedingungen des Höhlenlebens besser lebensfähig als die pigmentierte Ausgangsform. Durch Selektion würde der letztere ausgemerzt, der erstere dagegen gefördert. Selbst wenn wir nur mit einer relativen Begünstigung der recessiven Mutante gegenüber der pigmentierten Normalform rechnen, kann man, wie dies LUDWIG getan hat, bei Kenntnis der Vermehrungsrate und des relativen Selektionswertes



Abb. 16. Rudimentiertes Auge einer Assel der Lindner-Grotte, z. T. winzige, aber lichtbrechenden Krystallkörpern ähnelnde Bildungen. ( $\times 400$ )

des betr. Merkmales rechnerisch den Zeitpunkt im voraus bestimmen, an dem [praktisch genommen die gesamte Population Trägerin der mutierten Anlage ist. Ob diese Erklärung für die pigmentlosen Asseln der Planina- und der Lindner-Höhle gilt, kann nur im physiologischen Versuch, der bislang nicht vorliegt, festgestellt werden. Aber auch dann, wenn wir gar nicht mit einer Überlegenheit der pigmentlosen Mutanten in den Höhlen rechnen, sondern



Abb. 17. Rudimentierte Augen einer Assel der Lindnergrotte. Das rechte Auge mit, das linke ohne Nervus opticus, der durch einen Zellstrang ersetzt ist. ( $\times 400$ )

im oben gekennzeichneten Sinn die pigmentlosen Mutanten als gleichgültige Varianten betrachten, stehen für die Erklärung des Homozygotwerdens dieser Anlagen genetisch bzw.

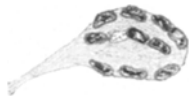


Abb. 18. Augenrudiment einer blinden Assel der Lindner-Grotte. ( $\times 400$ )

allgemeinbiologisch gesicherte Tatsachen zur Verfügung. 2. Wir wissen von Drosophila und anderen genetisch gut bekannten Objekten, daß dieselbe Mutation mehrmals erfolgen kann. Die Zahl der in einer Population enthaltenen mutierten Anlagen wird also bei abermaliger Mutation des gleichen Gens erhöht werden. Bei Kenntnis der Mutationsfrequenz einer unter den waltenden ökologischen Verhältnissen gleichgültigen Anlage und bei Kenntnis der Vermehrungsrate des Objektes muß sich rechnerisch der Zeitpunkt voraussagen

lassen, an dem die Gesamtpopulation Trägerin der mutierten Anlage ist.

3. Angenommen, die Anlagen A und A' kämen in einer untersuchten Population mit gleicher Häufigkeit vor. Die betr. Bevölkerung bestände also z. B. aus 25% AA-, 50% AA'- und 25% A'A'-Individuen. Die Erwartung auf Grund der Mendelschen Regeln ist, daß dieses Zahlenverhältnis bei Inzucht von einer Generation zur nächsten stets dasselbe bleibt. Diese Erwartung wird aber ideal nur dann erfüllt sein, wenn dank einer unbeschränkten Vermehrungsmöglichkeit alle elterlichen Genotypen mit derselben Häufigkeit miteinander kopulieren. Da nun aber nicht alle zu einem gegebenen Zeitpunkt in einer Population vorkommenden Individuen sich auch an der Erzeugung der folgenden Generation beteiligen, kann es unter bestimmten Voraussetzungen sehr schnell zu einer erheblichen Verschiebung der ursprünglich in der Population vorhandenen Genhäufigkeiten kommen. Je geringer die Zahl der Elternpaare, die die folgende Generation liefern, ist, desto geringer ist auch die Wahrscheinlichkeit, daß diese wenigen, zur Vermehrung gelangenden Individuen noch in sich die gleichen Prozentsätze von A- und A'-Genen aufweisen, die der Gesamtpopulation zukamen. Statt 50% A- und 50% A'-Gene enthält z. B. die Gruppe der die Nachkommen erzeugenden Individuen  $50 + p\%$  A- und  $50 - p\%$  A'-Anlagen. Die entsprechende Häufigkeit der Anlagen tritt bei größerem Zahlenmaterial auch in der folgenden Generation auf. Hat diese nun das geschlechtsreife Alter erreicht, so tritt wiederum das Phänomen der Elterneinschränkung auf, d. h. relativ wenige Individuen dieser Generation erzeugen die folgende. Hierbei kann es abermals zu einer Verschiebung der Häufigkeit bestimmter Allele kommen. Es erfolgen also Schwankungen von Generation zu Generation dank der allgemeinen Erscheinung zufälliger, nicht etwa selektiv bedingter Auslese der als Elterntiere in Betracht kommenden Individuen. Die Folge eines derartigen zufälligen Einschränkungsvorganges kann binnen weniger Generationen eine völlige Veränderung der ursprünglichen Anlagenhäufigkeit sein. In Anbetracht dieser Überlegungen muß es von besonderem Interesse sein, regelmäßig nach längeren Zeiträumen die Asselpopulation Istriens wieder zu besuchen und ihre evtl. Veränderungen, deren Richtung im Einzelfall naturgemäß nicht vorausgesagt werden kann, festzustellen. Dank der Elterneinschränkung kann sich die Variabilität in unseren Populationen zugunsten eines der vorhandenen Allele

schnell verschieben, HAGEDOORN hat diese Erscheinung „reduction of the total potential variability“ genannt. Die Reduktion der totalen potentiellen Variabilität im Sinne HAGEDOORNs kann durch zwei Erscheinungen aufgehoben werden, a) durch Einkreuzung fremder Genotypen und b) durch das Neuauftreten einer Mutation. Die erstere Gefahr ist für unsere Populationen dank ihrer relativ starken Isolation nicht groß. Die zweite muß eingehender erörtert werden: Bei unserer Stubenfliege haben wir eine Art vor uns, die in jedem Jahr eine große Zahl von Generationen mit großen Individuenzahlen erzeugt, und die außerdem als fliegendes Insekt eine weite aktive und passive Verbreitungsmöglichkeit hat. Im Herbst sterben die Fliegen zu Millionen ab und sehr wenige Tiere finden zufällig ein geeignetes Überwinterungsversteck und werden damit zu Begründern der nächstjährigen Fliegenplage. Tritt bei unserer Fliege eine Mutation auf, so ist ihre Erhaltungschance ganz gering. Dank der Vagilität unserer Art fehlt die Isolation kleiner Individuengruppen, die sich vorzugsweise untereinander paaren, und daher wird die mutierte Anlage mit ganz geringer Häufigkeit schnell über ein großes Gebiet zerstreut werden. Bei der großen Fliegensterblichkeit im Herbst ist die Wahrscheinlichkeit dafür, daß unter den Überlebenden Träger der Mutation sind, sehr gering. Die Homozygotie der normalen Stubenfliegenanlagen wird daher gleichsam automatisch aufrecht erhalten. — Ganz anders kann sich das Schicksal einer Mutation in einer unserer Asselpopulationen entwickeln. Denn es ist zu bedenken, daß wir es mit isolierten Verbreitungsgebieten wenig vagiler Tiere zu tun haben, in denen die Individuenzahl verglichen mit der oberirdischen Kolonien recht klein ist. Ein dreistündiges Sammeln in der Lindner-Grotte erbrachte nur 48 Tiere, ein ebenso langes in der Planina-Höhle 81 Individuen. An vier aufeinanderfolgenden Tagen fing ich in der Schwarzen Grotte etwa

200 Exemplare. Wird in derartigen isolierten und zahlenmäßig beschränkten Populationen der Träger einer mutierten Anlage *zufällig* an der Erzeugung der folgenden Generation beteiligt, so ist damit schon ein wesentlicher Schritt auf dem Weg zur Ausbreitung der mutierten Anlage in beschränktem Verbreitungsgebiet geboten. Wenn nun bei Betrachtung längerer Zeiträume die Intensität der Elterneinschränkung größer ist als die Mutabilität — und das ist das wahrscheinlichste —, so muß sich im Verlauf der Generationen auch ohne Selektionsvorgänge Homozygotie für bestimmte Gene einstellen. Für die Variabilität, die man bei räumlich isolierten, zahlenmäßig kleinen und wenig vagilen Individuenbeständen in der Regel auch oberirdisch beobachten kann, finden sich somit unterirdisch für degenerative, aber unter den Bedingungen des Höhlenlebens mindestens biologisch gleichgültige Varianten auch bei den Cavernicolen wieder Beispiele vor. Zusammenfassend ist also zu sagen: Es besteht keinerlei Anlaß, für diesen speziellen ökologischen Typus grundsätzlich andere Evolutionsprinzipien zu vermuten, als sie nach genetischer Anschauung gegeben sind.

#### Literatur.

CHAPPUIS: Die Tierwelt unterirdischer Gewässer. Stuttgart 1927.

EIGENMANN: Cave vertebrates of America. Carnegie Inst. Publ. Washington 1909.

HAGEDOORN: Relative value of processes causing evolution. Den Haag 1923.

KOSSWIG, C.: Über bislang unbekannte Sinnesorgane bei dem blinden Höhlenfisch *Stygicola dentatus*. Verh. Zoolog. Ges. 36, 185—190 (1934).

KOSSWIG, C.: Die Evolution von Anpassungsmerkmalen bei Höhlentieren in genetischer Betrachtung. Zoolog. Anz. 112, 148—155 (1935).

KOSSWIG, C.: Über Pigmentverlust während des Höhlenlebens. Zool. Anz. 117, 37—43 (1937).

KOSSWIG, C., u. LEONORE KOSSWIG: Über Augenrück- und -mißbildung bei *Asellus aquaticus cavernicolus*. Verh. Zoolog. Ges. 1936, 274—281.

## REFERATE.

### Spezielle Pflanzenzüchtung.

**Auslese-Schemata.** Von A. W. ZHELNINA. Trudy prikl. Bot. i pr. Suppl.-Bd 75, 67 (1935) [Russisch].

In der vorl. Arbeit wird eine Reihe von Ausleseverfahren für die Züchtungsarbeit mit fremdbefruchtenden Gräsern geschildert. Die Besprechung im einzelnen ist nicht möglich, da die Arbeit, wie schon der Titel andeutet, nur das Notwendigste an Angaben enthält, und auch nicht wichtig, weil sie

offenbar für die speziellen Verhältnisse in Rußland berechnet ist und den dortigen züchterisch beschäftigten landwirtschaftlichen Betrieben eine methodische Anleitung für die Arbeit mit den erwähnten Objekten geben soll. Neben direkter Auslese aus wilden oder vom natürlichen Standort übernommenen Populationen wird großer Wert auf Inzuchtstämme gelegt. Ferner ist bemerkenswert, daß schon in sehr frühen Stadien der Züchtung vorläufige „Sorten“prüfung und gleichzeitige Vermehrung auf Saatgut empfohlen wird. 