

Überreicht von dem Verfasser

Sonderabdruck aus der
**Zeitschrift für induktive Abstammungs-
und Vererbungslehre**

1920 Bd. XXIV Heft 3/4

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35

FRIEDRICH ALVERDES:

Die Vererbung von Abnormitäten bei Cyclops.

1920

Die Vererbung von Abnormitäten bei Cyclops.

Von Dr. Friedrich Alverdes.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Halle.)

Mit 56 Textfiguren und 6 Tabellen.

(Eingegangen 18. April 1920.)

Inhalt.

| | Seite |
|--|-------|
| I. Einleitung | 211 |
| II. Material und Methoden | 213 |
| III. Die normale Variationsbreite des fünften Fußes von <i>Cyclops viridis</i> | 217 |
| IV. Beschreibung der Mißbildungen | 228 |
| V. Der Verlauf der Zuchtversuche | 248 |
| VI. Deutung der Befunde | 264 |
| VII. Zusammenfassung | 272 |

I. Einleitung.

Bei der Mehrzahl der Zoologen hat der Begriff der Zwischenrasse, welcher in der Botanik eine große Rolle spielt, bisher keinen Anklang gefunden. Das Merkmal einer pflanzlichen Zwischenrasse ist, daß sie auch bei Selbstbefruchtung nie völlig rein züchtet und daß sich die Zahl der „Erben“ weder durch positive Selektion nennenswert erhöhen noch durch negative wesentlich verringern läßt. Hierher gehören viele Rassen, die durch das regelmäßige Auftreten von Monstrositäten gekennzeichnet sind.

Wohl schwankt die Zahl der Erben von Generation zu Generation innerhalb gewisser Grenzen, die „Ursachen“ dieser Schwankungen sind jedoch noch nicht mit Sicherheit erkannt. Spezifische Verschiedenheiten, welche offenbar zwischen den einzelnen Pflanzenarten bestehen, erschweren überdies den Versuch einer Erklärung. So führt ein Teil der Autoren (de Vries u. a.) an, daß gute Lebenslage, ein anderer Teil

(Vöchting u. a.), daß schlechte Lebenslage die Zahl der Abnormitäten erhöhe. (Weiteres hierüber siehe unten.)

Ein Zufall spielte mir ein zoologisches Objekt in die Hände, an welchem ich den für eine Zwischenrasse charakteristischen Vererbungsmodus studieren konnte. Ein bestimmter Körperteil wurde bei den Mitgliedern der von mir gezüchteten Zwischenrasse durch die verschiedensten Abnormitäten befallen; diese letzteren verdankten offenbar sämtlich der gleichen genotypischen Veranlagung ihre Entstehung. Eine unter diesen Abnormitäten (eine überzählige Borste) trat immer nur bei denjenigen Individuen auf, welche unter den sich am raschesten entwickelnden Individuen einer Geschwisterschaft sich befanden, während alle anderen Abnormitäten nicht an eine besondere Entwicklungsgeschwindigkeit des Individuums gebunden erschienen. In dieser Feststellung scheint mir der Hauptwert der nachfolgenden Ausführungen zu liegen. Vielleicht vermag uns die Beachtung des gleichen Punktes bei Vornahme entsprechender Untersuchungen an anderen Tiergruppen dem Verständnis mancher bisher noch unklarer Vererbungserscheinungen näher zu bringen.

Unter den 41 Nachkommen eines ♀ von *Cyclops viridis* (Jurine), die alle dem gleichen Eisatz entstammten und die ich zusammen in einem Glase aufzog, zeigten sich 3 ♂♂, welche eine abnorme Bildung an einem der beiden rudimentären fünften Füße aufwiesen. Diese betraf bei dem einen Individuum den rechten, bei den beiden anderen den linken Fuß; außerdem war sie bei den drei Brüdern nicht etwa von der gleichen, sondern bei jedem von ihnen von besonderer Art.

Gerade das fünfte Fußpaar gilt wegen seiner konstanten, für jede Art charakteristischen Gestalt als eines der Hauptbestimmungsmerkmale der Cyclopiden. Da in den angeführten Fällen Abnormitäten bei drei Individuen auftraten, so stand zu vermuten, daß es sich nicht um einen bloßen „Zufall“ handelte, sondern daß dem Vorkommen eine genotypische Veranlagung der betreffenden Individuen zugrunde lag. Es schien mir daher wünschenswert, das Schicksal der drei Abnormitäten in bezug auf ihre Erblichkeit zu verfolgen.

Unter den hunderten von *Cyclops*-Individuen, insbesondere aus den Arten *viridis*, *strenuus*, *fuscus* und *albidus*, hatte ich bis dahin noch keines getroffen, das in irgend einer Hinsicht eine Abweichung vom Typischen aufwies. Erst später fand sich eine *viridis*-Larve, die in bezug auf das fünfte, und ein *albidus*-♂, das in bezug auf das sechste Beinpaar eine Abnormität zeigte. Auf diese zwei Individuen werde ich weiter unten genauer zurückzukommen haben.

Die Literatur, welche die Abnormitäten der Wirbeltiere behandelt, ist ungeheuer groß, und auch über die Vererbung derselben liegen eine Menge Angaben vor. Für Entomotraken ist die Zahl der Beobachtungen über Mißbildungen eine sehr beschränkte, und betreff der Vererbung solcher fand ich nichts verzeichnet.

Es gelang mir, die drei abnormen *viridis*-♂♂ mit ihren Schwestern zur Fortpflanzung zu bringen; weniger glücklich war ich bei dem erwähnten *albidus*-♂ und der *viridis*-Larve; beide gingen ohne Nachkommen zugrunde. Ersteres kam infolge eines Unfalls um, letzteres starb vor Erreichung der Geschlechtsreife. So beschränken sich meine Beobachtungen auf die Nachkommen jener drei abnormen ♂♂.

In vieler Hinsicht erscheint die Gattung *Cyclops* für Zuchtversuche recht geeignet, da sie sich durch rasche Generationsfolge und zahlreiche Nachkommenschaft auszeichnet. Demgegenüber ist aber als Übelstand hervorzuheben, daß *Cyclops* die Gefangenschaft nicht durch viele Generationen hindurch gut erträgt. Vielmehr zeigt sich bald eine Abnahme der Fruchtbarkeit (wie schon andere Autoren angeben), so daß die Zuchten nach etwa vier Generationen aussterben oder doch nur mehr eine so geringe Zahl von Nachkommen liefern, daß sich ein Weiterführen derselben nicht verlohnt. Auch bei meinen Zuchten zeigte sich diese Erscheinung. Daher fand die Untersuchung rascher, als von mir beabsichtigt, ihr Ende. Immerhin lassen sich bei meinen Beobachtungen einige Ergebnisse feststellen, die neue Gesichtspunkte in die Frage nach der Vererbung von Mißbildungen hineintragen.

II. Material und Methoden.

Mein Beobachtungsmaterial stammt, wie angeführt, sämtlich von dem einen ♀ ab, das in meinen Notizen als *viridis* 8 ♀ bezeichnet ist. Dasselbe wurde Ende Januar 1919 aus einem Tümpel auf den Passendorfer Wiesen (westlich Halle) eingetragen. Am 22. Februar isolierte ich es mit zwei Eipaketen am Abdomen in einem Glase, das 125 ccm Wasser enthielt. Die Nauplien schlüpfen am 24. Februar.

Die Mutter wurde, wie stets, sofort von den Jungen getrennt, da die sehr gefräßigen ♀♀ ihre eigene Nachkommenschaft nicht schonen. Überhaupt darf man nur Individuen von ungefähr dem gleichen Alter zusammen halten, da sonst die älteren die jüngeren verzehren. Ein Zuchtglas, das man sich selbst überläßt, zeigt keine Erhöhung seines Bestandes, vielmehr bleibt die Zahl der Individuen ständig eine ver-

hältnismäßig geringe, da die Tiere selbst durch ihren Kannibalismus einer Vermehrung entgegenwirken. Das ♀ *viridis* 8, welches vollkommen normal erschien, tötete ich, als die Jungen geschlüpft waren, da damals noch nicht die Absicht bestand, mit seiner Nachkommenschaft umfangreichere Zuchtversuche anzustellen.

In dem Stadium der geschlechtlich differenzierten Larve, welches dem der Geschlechtsreife unmittelbar vorangeht, wurden die jungen Individuen zum ersten Male genauer untersucht. In diesem Stadium ist das fünfte und sechste Fußpaar, auf welches ich in der Folgezeit mein Hauptaugenmerk richtete, bereits in der für ♂♂ und ♀♀ charakteristischen Weise ausgebildet (näheres siehe unten); Antennen und Rudersfüße tragen dagegen noch larvalen Charakter, außerdem ist das Abdomen erst viergliedrig. Wichtig ist es, schon die Larven einer Untersuchung zu unterwerfen und ♂ und ♀ Larven voneinander zu trennen. Denn wartet man den Eintritt der Geschlechtsreife ab, so haben die Geschwister die Möglichkeit, miteinander sich zu paaren, und können damit etwa beabsichtigte Zuchtversuche vereiteln.

Die Entwicklungsdauer der einzelnen Individuen ist, auch bei Vollgeschwistern, die aus dem gleichen Eisatz stammen und im gleichen Glase gehalten werden, eine ganz verschiedene; dieselbe kann sich in 3—4 Wochen vollziehen, nimmt aber bei anderen Individuen ebenso viel Monate in Anspruch. Ich vermag nicht anzugeben, ob dies Verhalten ein natürliches ist, oder ob die beobachteten Zeitunterschiede auf Rechnung der Gefangenschaft zu setzen sind. Doch ist das eine Frage für sich; ich verdanke dem Umstande, daß in meinem Material bei Geschwistern die Entwicklung unter Umständen ganz verschieden rasch verlief, eine sehr wichtige Beobachtung.

Die Paarungen, welche ich ansetzte, sind in einem der folgenden Abschnitte genauer beschrieben. Anfangs war es mein Bestreben, alle Tiere unter möglichst gleichartigen Bedingungen zu halten. Als einzige Verschiedenheit in den dargebotenen Verhältnissen wäre nur der Umstand anzuführen, daß der Rauminhalt der Gläser, in welchen die junge Brut aufgezogen wurde, nicht überall der gleiche war. Derselbe schwankte zwischen 50 und 125 cm. In den kleineren Gläsern wurden nur Tiere, die aus einem einzigen Eisatz stammten, aufgezogen; in solchen von 125 cm vereinigte ich dagegen zuweilen die Individuen zweier oder dreier Eisätze desselben ♀. Daß diese unterschiedliche Behandlung einen Einfluß auf die Entwicklung der Tiere gehabt hätte, wurde nicht beobachtet.

Auch in meinen Notizen führte ich die aus den verschiedenen Eisätzen stammenden Tiere nicht immer getrennt, da anfangs kein Grund vorzuliegen schien, diesen Umstand besonders zu berücksichtigen. Als später die Wichtigkeit gerade dieses Punktes immer mehr hervortrat, zeigte es sich, daß glücklicherweise für die Mehrzahl der Fälle die Aufzeichnungen hinreichend ausführlich vorlagen. Eine Anzahl Zuchten, bei denen die Ergebnisse mehr summarisch notiert waren, ergab allerdings nachträglich nicht mehr ein so klares Bild. Ich beabsichtigte daher, die Zuchten unter verschärfter Kontrolle fortzuführen; dies scheiterte leider daran, daß dieselben nach der dritten Generation eingingen.

Sämtliche Zuchtgläser befanden sich ständig auf dem Fensterbrett eines nach Norden belegenen Zimmers, in welchem die Temperatur während der kalten Jahreszeit zwischen 10 und 12° C, in der warmen zwischen 15 und 20° schwankte. In jeden Zuchtbehälter waren einige Zweige von Wasserpflanzen, insbesondere von *Elodea* eingesetzt. Um die Nahrungsbedingungen für alle Tiere möglichst gleichartig zu gestalten, wurde in alle Gläser jede acht Tage die gleiche Menge von Infusorienwasser getropft, in welchem sich neben einer großen Zahl von Ciliaten ein- und vielzellige Algen und Rotatorien befanden. Alle diese Organismen werden von *Cyclops* gefressen.

Eine Untersuchung der Tiere fand unter dem Mikroskop auf einem Objektträger ohne Deckglas statt. Dem Wasser wurden sie einzeln mit einem kleinen Löffel (Senflöffel aus Horn) entnommen. Diese Behandlungsweise vertrugen die Tiere durchweg gut. Zuweilen erschwerte ihre Lebhaftigkeit die Beobachtung, doch konnte man bei einiger Geduld damit rechnen, daß alle für die Untersuchung in Betracht kommenden Körperteile zu Gesicht kamen.

Die Larvenhäute und die abgestorbenen oder fixierten Tiere wurden zur Anfertigung von Totalpräparaten verwendet; nach diesen wurden die Abbildungen gezeichnet. Eine Ausnahme bildet die Fig. 26, für welche nur eine Skizze nach dem lebenden Objekt vorlag. In der Nomenklatur folge ich ausschließlich Schmeil; ich lasse also alle Fragen der Priorität und Systematik unberücksichtigt.

Bei meinen Versuchen wurde meist jedes ♂ mit mehreren ♀♀, jedes ♀ dagegen stets nur mit einem ♂ gepaart; denn da das ♀ den Samen im Receptaculum seminis speichert und dieser Vorrat für mehrere Eiablagen ausreicht, so wäre es unmöglich, den Vater der jungen Tiere festzustellen, wollte man das ♀ von mehreren ♂♂ begatten lassen.

Das Höchstalter, welches die Nachkommen des ♀ *viridis* 8 erreichten, war fünf Monate; ich habe jedoch andere Individuen von *Cyclops viridis* gehalten, die um einige Monate älter wurden. Zur Eiablage schritten die ♀♀ höchstens sechsmal.

Da das ♂ mit mehreren ♀♀, das ♀ aber nur mit einem ♂ gepaart wurde, so konnte eine eindeutige Benennung der Zuchttiere am besten nach der Mutter erfolgen. Letzteres geschah in der Weise, daß zur Bezeichnung der Generationen abwechselnd Zahlen und Buchstaben verwendet wurden. Die in Einzelhaft gehaltenen Individuen der ersten Generation hießen also 8 A ♂ bis 8 M ♀; die Nachkommen von 8 M ♀ beispielsweise wurden 8 M 1 ♂, 8 M 2 ♀, 8 M 3 ♀ usw. genannt, die Nachkommen des letztgenannten ♀ wiederum 8 M 3 A ♂ usw. Für die Reihenfolge der Numerierung war lediglich der Zeitpunkt der Isolierung des einzelnen Individuums maßgebend, dabei wurden ♂♂ und ♀♀ nicht gesondert, sondern durchlaufend gezählt.

In der Hauptsache wurden Geschwister miteinander gepaart; denn da der Prozentsatz der Abnormitäten ein sehr niedriger war, so stand zu hoffen, falls sich die Abnormitäten als rezessives Merkmal vererben würden, daß sich dann wenigstens in einigen Fällen die Zahl der „Erben“ im Laufe der Generationen erhöhte. (Warum dies nicht geschah, soll später erörtert werden.)

Neben dieser Zucht hielt ich normale Kontrollzuchten unter genau den gleichen Bedingungen. Dieselben stammen von den beiden normalen ♀♀ *viridis* 17 und 20 ab; die beiden Familien wurden nur durch Geschwisterpaarung fortgeführt. Auch bei ihnen nahm die Fruchtbarkeit von Generation zu Generation sehr rasch ab. Im ganzen wurden untersucht: 591 ♂♂ und 553 ♀♀ aus der Nachkommenschaft des ♀ *viridis* 8, 712 ♂ und 667 ♀ Individuen der Kontrollzuchten, dazu etwa 500 Wildfänge aus verschiedenen Teilen der Umgebung Halles.

Es scheint mir wünschenswert, ganz kurz die Morphologie der in Frage kommenden Teile auseinanderzusetzen, bevor ich in meinen Ausführungen fortfahre. Bei *Cyclops* folgen hinter dem vierten Paar wohlentwickelter Ruderfüße am fünften Thoraxsegment die beiden sogenannten rudimentären fünften Füße. (Sechste Thorakopodite nach der Bezeichnung von Giesbrecht.) Diese Extremität (Fig. 1) besteht aus einem Basal- und einem Endglied. Das erstere ist bei *Cyclops viridis* lateralwärts verbreitert und trägt an der seitlichen Spitze eine Borste. Das Endglied ist mit einer apikalen Borste und einem dem Innenrande angehörigen Dorne versehen. Die Borste des Basalgliedes und die des

Endgliedes ist meist gefiedert; wo die Fiederung fehlt, kann man im Zweifel sein, ob sie überhaupt nicht ausgebildet oder im Laufe des Lebens allmählich abgerieben wurde. Manche Autoren haben die Fiedern gänzlich übersehen. Beiste Borsten sind passiv beweglich.

Das rudimentäre sechste Füßchenpaar (siebente Thorakopodite Giesbrechts) ist dem ersten Abdominalsegment angeheftet. Es stellt keinen abgegliederten Anhang des Körpers dar, sondern wird nur durch drei Dornen oder Borsten angedeutet; diese überdecken die Geschlechtsöffnung und bilden vielleicht einen gewissen Schutz für letztere. Beim ♂ liegt die Extremität mehr der Ventralseite, beim ♀ mehr der Dorsalseite genähert (Fig. 2 und 3).

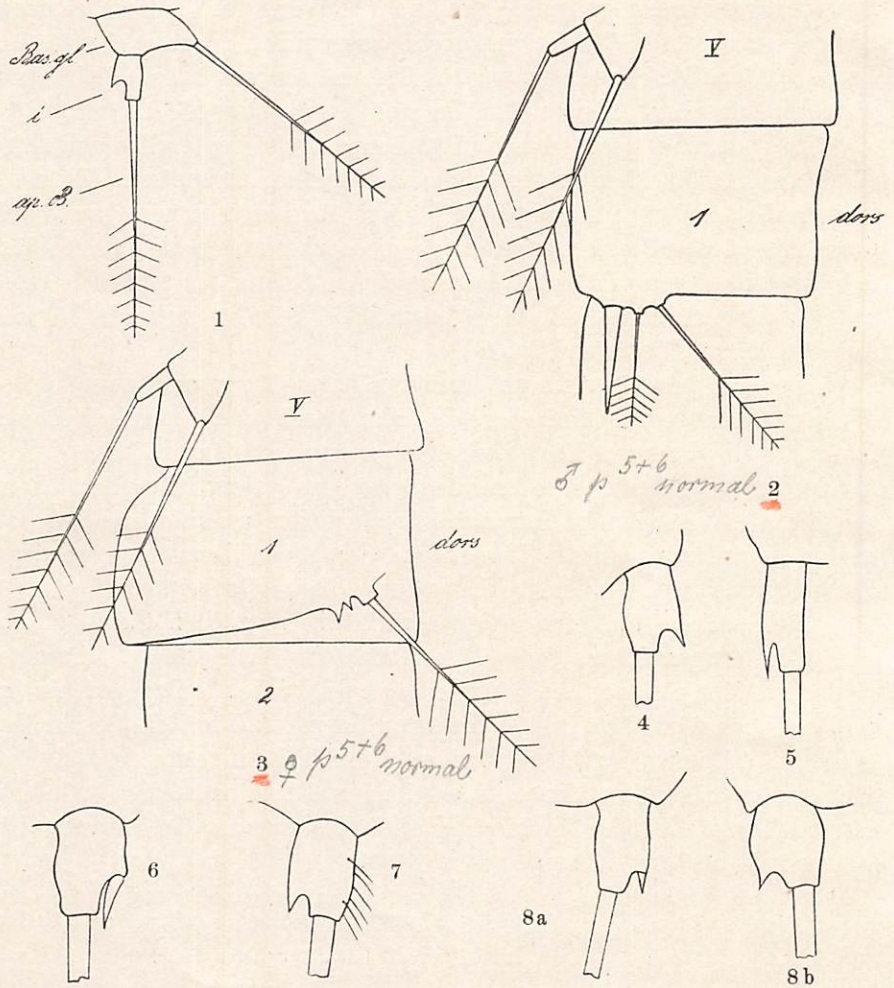
Beim ♂ besteht sie aus einem kräftigen Dorn und zwei weiter dorsalwärts gelegenen Fiederborsten (Fig. 2 und 42); die dorsale Borste ist immer die längste, die mittelständige ist bald länger, bald kürzer als der ventrale Dorn. Alle drei Anhänge sind passiv beweglich. Beim ♀ (Fig. 3 und 47) ist die Extremität noch weiter reduziert als beim ♂; es finden sich zwei winzige Dornen und dorsal von ihnen eine gefiederte Borste. Nur diese letztere besitzt passive Beweglichkeit.

Der sechste Fuß der geschlechtlich differenzierten Larve gleicht dem des fertigen Tieres in hohem Maße; die für ♂ und ♀ charakteristischen Unterschiede sind bereits voll entwickelt. Dagegen ist im vorhergehenden Stadium (dem vorletzten Larvenstadium) die Beschaffenheit des sechsten Fußes bei beiden Geschlechtern noch die gleiche: Er wird repräsentiert durch einen langen Dorn und eine befiederte Borste (Fig. 41). Die Geschlechter sind hier nur an den Antennen zu unterscheiden (vergl. Claus).

Aus Gründen, die in den Grenzen der Arbeitsleistung eines einzelnen Untersuchers gelegen sind, wurden die Beobachtungen im wesentlichen auf das fünfte und sechste Füßchenpaar beschränkt. Von jeder Generation griff ich jedoch auch eine Anzahl Individuen heraus, um sie auf die Beborstung der vier Schwimmpfußpaare zu prüfen. Diese letztere Untersuchung förderte keine Abnormitäten zutage, vielleicht, weil die Prozentzahl der Mißbildungen zu gering ist, um durch Stichproben erfaßt zu werden.

III. Die normale Variationsbreite des fünften Fußes von *Cyclops viridis*.

Im Laufe der Untersuchung stellte sich mehr und mehr die Notwendigkeit heraus, die Grenzen der normalen Variabilität des fünften



- Fig. 1. *Cyclops viridis*. Normaler linker 5. Fuß in Ventralansicht. *Bas. gl.* Basalglied. *i.* Innenranddorn. *ap. B.* Apikalborste. Fig. 1—3 Vergrößerung 265 \times .
- Fig. 2. ♂ differenzierte Larve. 5. und 6. Fuß in Seitenansicht. *V.* 5. Thorakalsegment. *1.* 1. Abdominalsegment. *dors.* Dorsalseite.
- Fig. 3. ♀ differenzierte Larve. Bezeichnungen wie in Fig. 2.
- Fig. 4—11. Normale Variationsbreite des Endgliedes des ♀ 5. Fußes. Basalglied und Apikalborste nur angedeutet. (Bei den Fig. 4—51 ist die Vergrößerung 530 \times .)
- Fig. 4 und 5. Der Innenranddorn ist ein einfacher Chitinvorsprung.
- Fig. 6. Der Innenranddorn ist beweglich.
- Fig. 7. Endglied mit Haaren am Außenrande.
- Fig. 8a und b. Variation zwischen rechter und linker Körperseite.

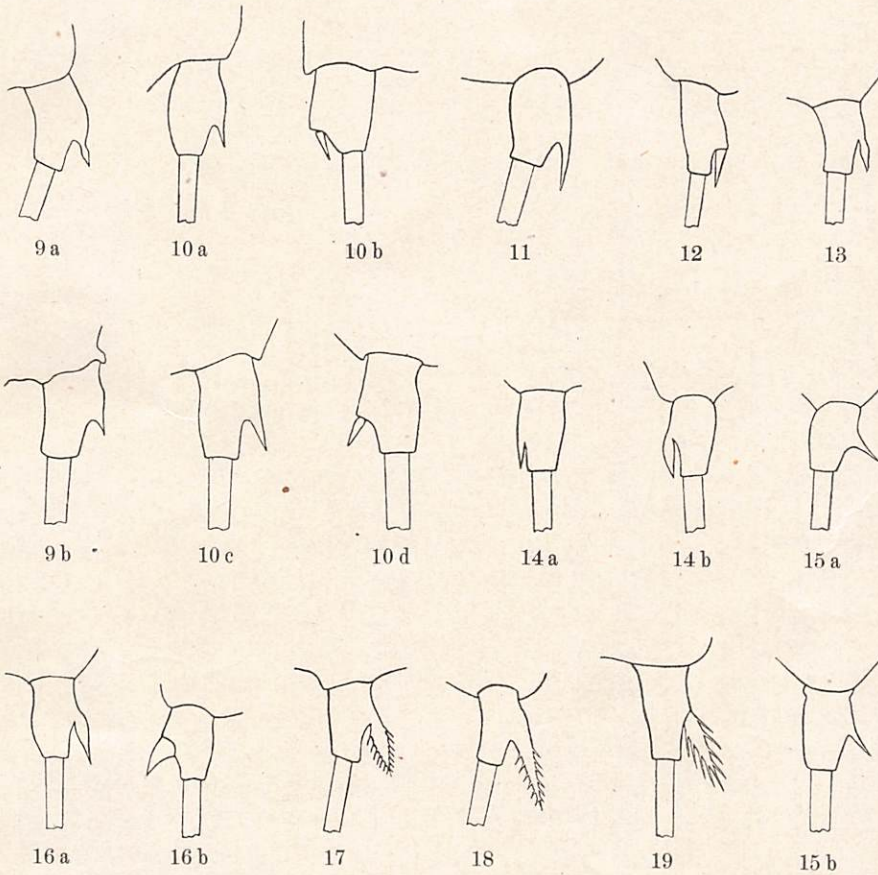


Fig. 9. Variation von Häutung zu Häutung. a. vor, b. nach der letzten Häutung.

Fig. 10 a und b. Endglieder des 5. Fußpaares einer ♀ differenzierten Larve. c und d.

Dieselben bei dem gleichen Individuum nach der letzten Häutung.

Fig. 11. Endglied des rechten 5. Fußes eines ♀. Der Innenranddorn überragt das Endglied.

Fig. 12—16a. Normale Variationsbreite des Endgliedes des ♂ 5. Fußes.

Fig. 12. Innenranddorn beweglich.

Fig. 13. Innenranddorn schwach kolbig verdickt.

Fig. 14 und 15. Normales Endglied eines ♂. a. vor, b. nach der letzten Häutung.

Fig. 16. 8G4C ♂. Endglieder des 5. Fußpaares. a. rechter Innenranddorn normal (schwach kolbig verdickt). b. linker Innenranddorn abnorm vergrößert.

Fig. 17—23. Abnorme Innenranddorne von ♂ Individuen aus der Nachkommenschaft des ♀ *viridis* 8.

Fig. 17. 8G2A ♂. Rechter Innenranddorn behaart.

Fig. 18. 8F2 ♂. Rechter Innenranddorn behaart.

Fig. 19. 8N2 ♂. Rechter Innenranddorn behaart.

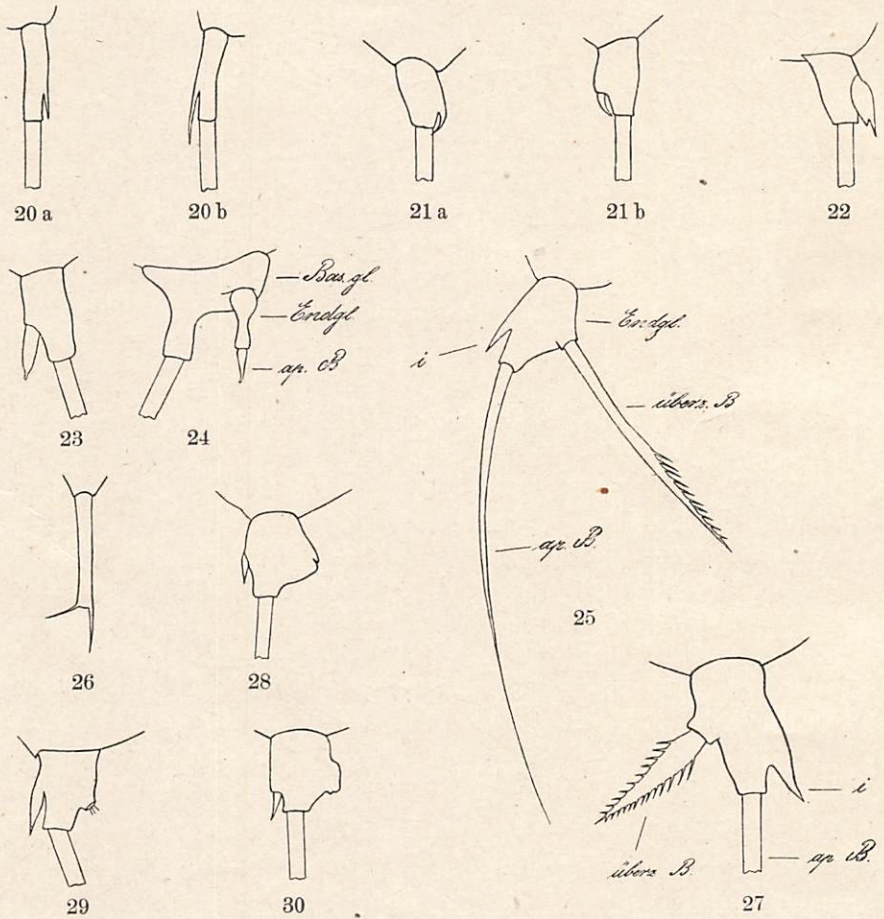


Fig. 20. 8M10 ♂. Endglieder des 5. Fußpaares abnorm verschmälert.

Fig. 21. 8J6 ♂. Rechter und linker Innenranddorn abnorm gekrümmt.

Fig. 22. 8G3 ♂. Rechter Innenranddorn abnorm verdickt.

Fig. 23. 8F5 ♂. (Geschlechtlich differenzierte Larve.) Linker Innenranddorn abnorm verdickt.

Fig. 24. 8A ♂. Verkümmerter rechter 5. Fuß. *Bas. gl.* Basalglied. *Endgl.* Endglied. *ap. B.* Apikalborste.

Fig. 25. 8B ♂. Endglied des linken 5. Fußes mit überzähliger Borste. *Endgl.* Endglied. *i* Innenranddorn. *ap. B.* Apikalborste. *überz. B.* Überzählige Borste.

Fig. 26. 8C ♂. Verkümmerte Borste des Basalgliedes des linken 5. Fußes.

Fig. 27. Larve 21. Endglied des rechten 5. Fußes. Bezeichnungen wie oben.

Fig. 28. 8D1 ♂. Rudimentäre überzählige Borste am Endgliede des linken 5. Fußes.

Fig. 29. 8G1 ♂. Rudimentäre überzählige Borste am Endgliede des linken 5. Fußes.

Fig. 30. 8D6A ♂. (Geschlechtlich differenzierte Larve.) Desgl.

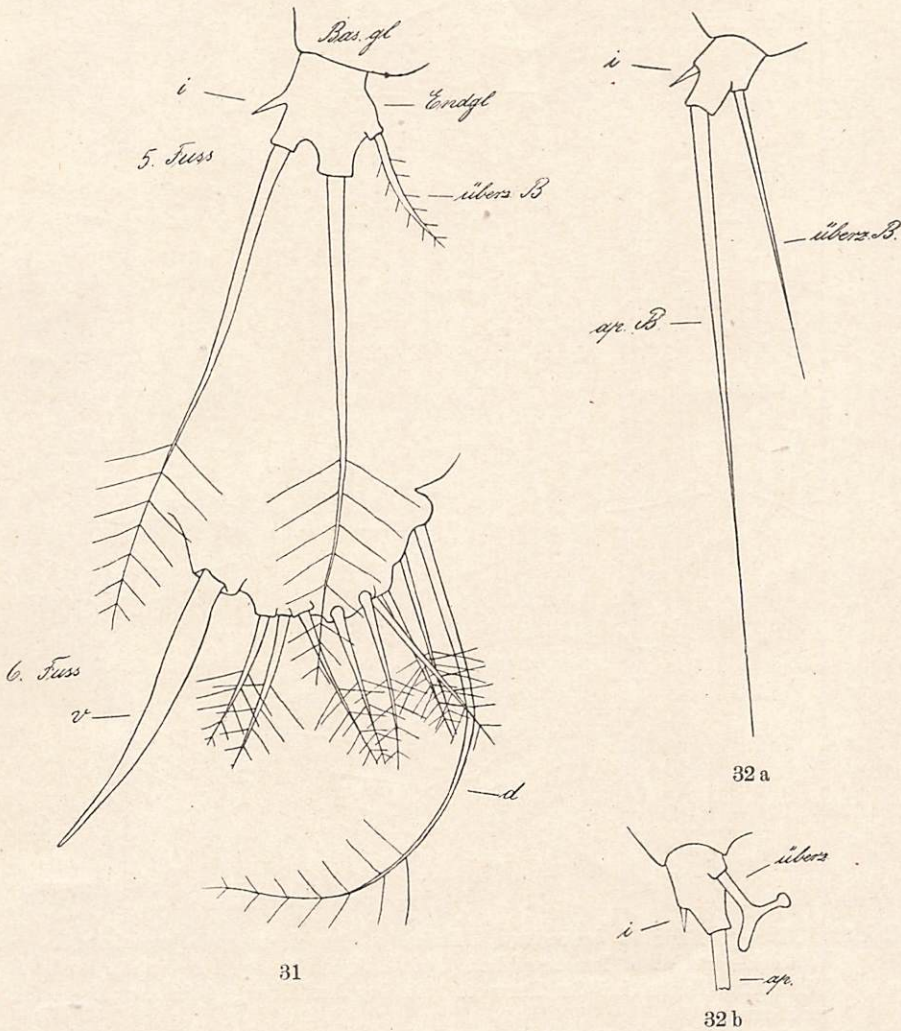


Fig. 31. 8E2 ♂. 5. und 6. Fuß der linken Körperseite. 5. Fuß: *Bas. gl.* Basalglied des 5. Fußes (nur das distale Ende dieses Gliedes ist angedeutet). *Endgl.* Endglied. *i.* Innenranddorn. *überz. B.* Überzählige Borste. Die Apikalborste ist verdoppelt. 6. Fuß: *v.* ventraler Dorn. *d.* dorsale Borste. Die Mittelborste ist verachtacht.

Fig. 32. 8M4C ♂. Endglied des linken 5. Fußes. **b.** der geschlechtlich differenzierten Larve. **a.** des Geschlechtstieres. *i.* Innenranddorn. *ap. B.* Apikalborste (in der Zeichnung für die Larve nur angedeutet). *überz. B.* Überzählige Borste (bei der Larve in hammerförmiger Ausbildung).

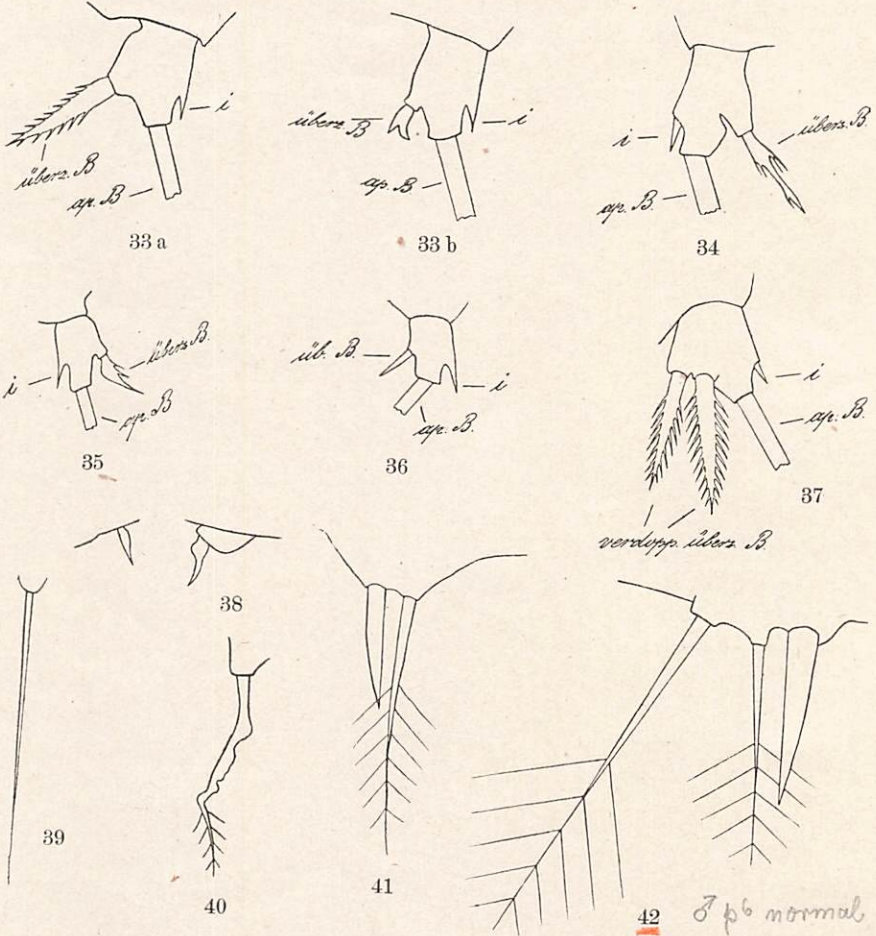


Fig. 33. 8D3 ♂. Endglied des rechten 5. Fußes. a. Geschlechtlich differenzierte Larve b. Geschlechtstier. *i*. Innenranddorn. *ap. B.* Apikalborste (angedeutet). *überz. B.* Überzählige Borste (bei der Larve in typischer Ausbildung, beim Geschlechtstier verkümmert).

Fig. 34. 8D6 ♂. Endglied des linken 5. Fußes.

Fig. 35. 8J4 ♂. Endglied des linken 5. Fußes.

Fig. 36. 8J5 ♂. Endglied des rechten 5. Fußes.

Fig. 37. 8N6 ♂. Endglied des rechten 5. Fußes. Überzählige Borste verdoppelt.

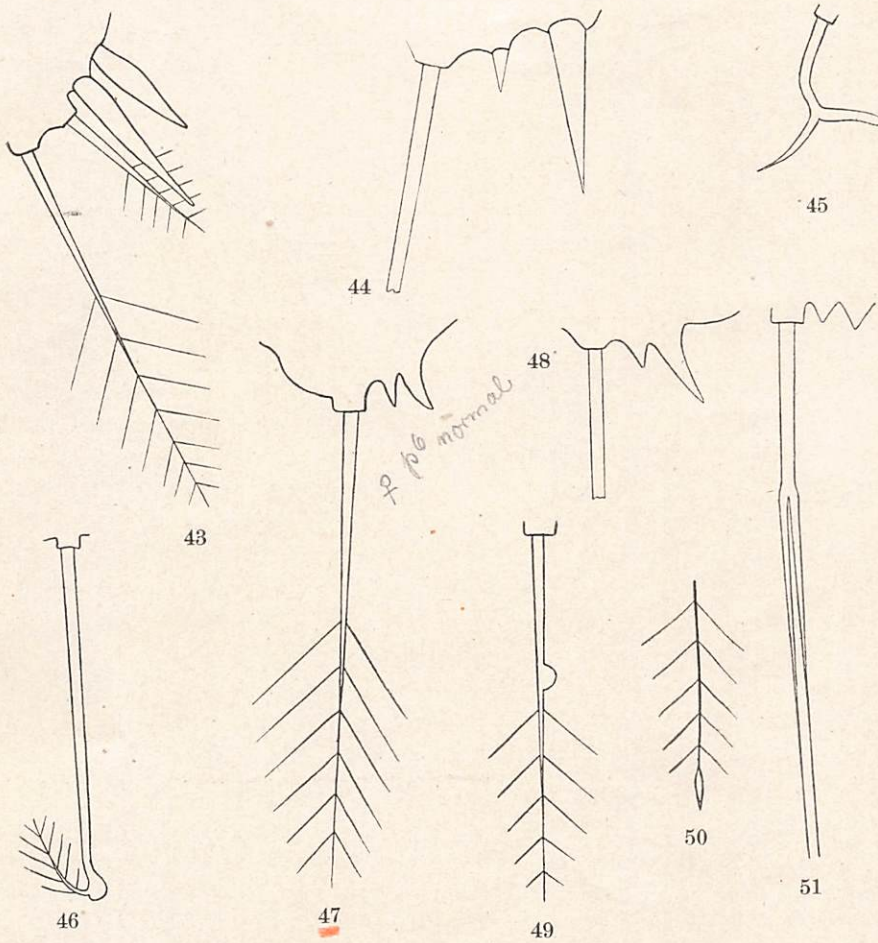
Fig. 38. 8E14 ♂. Verkümmertes rechtes 5. Fuß.

Fig. 39. 8M3A ♂. Stark rückgebildeter rechter 5. Fuß. Derselbe besteht aus einem kleinen Stift (dem Reste des Endgliedes) und einer lateral davon auf einer Erhebung entspringenden Borste (welche der Borste des Basalgliedes des normalen Tieres entspricht).

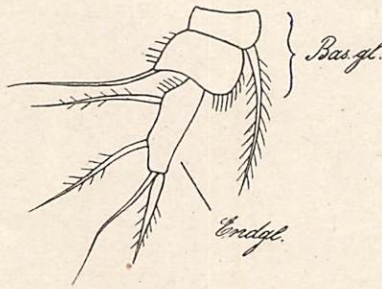
Fig. 40. 8L4 ♂. Verkrüppelte Borste des Basalgliedes des rechten 5. Fußes.

Fig. 41. Linker 6. Fuß einer Larve von *Cyclops viridis* im vorletzten Larvenstadium.

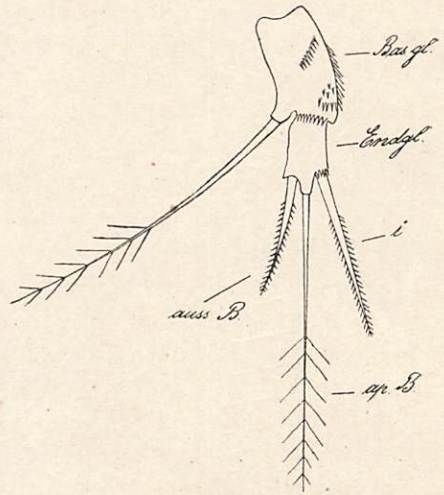
Fig. 42. Rechter 6. Fuß einer ♂ differenzierten Larve (im letzten Larvenstadium).



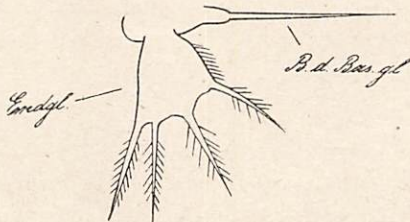
- Fig. 43. 8N7 ♂. (Im letzten Larvenstadium) ventraler Dorn verdoppelt.
 Fig. 44. Larve 21. Rechter 6. Fuß (in seiner Ausbildung die Mitte zwischen ♂ und ♀ haltend. Dorsale Borste in der Zeichnung nur angedeutet).
 Fig. 45. 8F2 ♂. Dorsale Borste des rechten 6. Fußes; bei der geschlechtlich differenzierten Larve in hammerförmiger Ausbildung.
 Fig. 46. 8L3 ♂. Dorsale Borste des rechten 6. Fußes; bei der geschlechtlich differenzierten Larve hakig gebogen.
 Fig. 47. Normaler rechter 6. Fuß eines ♀.
 Fig. 48. 8M3 ♀. Ventraler Dorn bei der ♀ differenzierten Larve vergrößert.
 Fig. 49. Dorsale Borste des rechten 6. Fußes einr ♂ Larve. Die kugelige Verdickung in der Mitte der Borste war beim Geschlechtstier verschwunden.
 Fig. 50. Ende der dorsalen Borste des 6. Fußes einer ♀ Larve. Die kolbige Verdickung an der Spitze zeigte sich nur im letzten Larvenstadium.
 Fig. 51. 8D8 ♀. Rechter 6. Fuß. Dorsale Borste in ihrem distalen Teil bei geschlechtlich differenzierter Larve und Geschlechtstier verdoppelt.



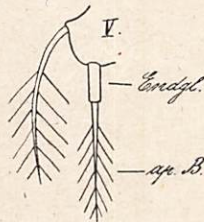
52



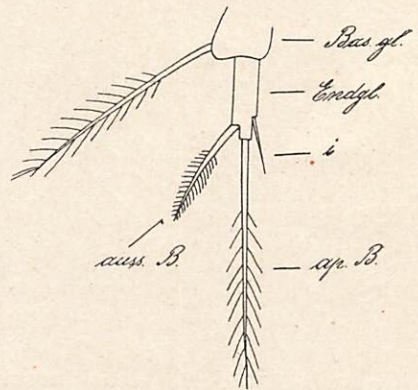
53



54



55



56

- Fig. 52. *Cyclopina elegans* Scott. Rechter 5. Fuß (nach G. O. Sars). *Bas. gl.* das zweisegmentige Basalglied. *Endgl.* Endglied.
- Fig. 53. *Cyclops fuscus* Jurine. Rechter 5. Fuß (nach Schmeil). *Bas. gl.* Basalglied. *Endgl.* Endglied. *i.* Innenborste. *ap. B.* Apikalborste. *aus. B.* Außenborste.
- Fig. 54. *Hemicyclops aequoreus* Fisch. Linker 5. Fuß (nach Claus). *B. d. Bas. gl.* Borste des Basalgliedes.
- Fig. 55. *Cyclops varicans* G. O. Sars. V. 5. Thorakalsegment.
- Fig. 56. *Limnoidithona sinensis* Burckhardt. Rechter 5. Fuß (nach Burckhardt). *Bas. gl.* Basalglied. *Endgl.* Endglied. *i.* Innenranddorn. *ap. B.* Apikalborste. *aus. B.* Außenborste.

Füßchens von *Cyclops viridis* festzustellen, bevor sich über die Vererbung der Abnormitäten etwas Endgültiges aussagen ließ. Bisher liegen nur sehr wenige Versuche vor, die intraindividuelle Variabilität bestimmter Organe von Wirbellosen zu bestimmen; es sei hier an die diesbezüglichen Untersuchungen von Przißram über die Carapaxdimensionen bei brachyuren Krebsen erinnert. Vor allem aber gehören die Untersuchungen von Woltereck und seinen Schülern an *Daphnia* hierher. Mein Bestreben ging dahin, an möglichst zahlreichen Individuen von den verschiedenen Fundorten aus der Umgebung Halles die normale Variationsbreite des fünften Fußes zu untersuchen.

Die Autoren, welche Beschreibungen von *Cyclops viridis* lieferten, legten nur Wert darauf, durchschnittliche Mittelwerte für die einzelnen Merkmale zu finden; daher lassen sich ihre Arbeiten für den vorliegenden Zweck nicht verwerten.

Mit der Größe des Tieres schwankt natürlich auch die des fünften Fußes; da die ♀♀ fast durchgehend größer sind als die ♂♂, so ist im allgemeinen der Fuß eines ♀ größer als der eines ♂ (vergl. Fig. 4—14). Außerdem ist unabhängig von der Größe des Gesamttieres Länge und Dicke sowohl der Borste des Basalgliedes wie der Apikalborste innerhalb gewisser Grenzen Schwankungen unterworfen. Als Ursache für diese Differenzen gibt Hartmann bei *Cyclops strenuus* Temperaturunterschiede an.

Bei *viridis* zeigt das Endglied des fünften Fußes bezüglich seiner Gestalt eine große Variabilität. Das Längen-Breitenverhältnis ist bei verschiedenen Tieren ein ganz verschiedenes. Auch beim gleichen Individuum kann sich die Gestalt des Endgliedes von Häutung zu Häutung stark verändern (Fig. 9, 14 und 15) und oft ist sogar zwischen rechts und links ein Unterschied zu verzeichnen (Fig. 8a und b).

Diese Autonomie der beiden Körperhälften tritt auch in der Ausbildung des Innenranddornes und ganz besonders in der der weiter unten zu besprechenden überzähligen Borsten und sonstigen Abnormitäten hervor. Der Innenranddorn kann, worauf schon Schmeil hinweist, eine einfache Hervorragung des Chitinskeletts darstellen oder aber durch ein Gelenk abgegliedert sein. Entweder sind rechter und linker Innenranddorn einander gleich, oder es finden sich die beiden Typen bei demselben Individuum (Fig. 8a und b). Die Beweglichkeit des Innenranddorns verleiht der Extremität je nach seiner augenblicklichen Stellung eine ganz verschiedenartige Physiognomie (Fig. 10b und d).

Auch von Häutung zu Häutung schwankt unter Umständen im Zusammenhang mit der Gestalt des ganzen Endgliedes das Aussehen des Innenranddorns (Fig. 9 und 15). Bei dem in Fig. 9 a dargestellten Fuß einer ♀ Larve schien sich eine geringfügige Abweichung von der Norm zu zeigen; der Fuß des erwachsenen Tieres erwies sich jedoch als durchaus normal. Ähnlich liegen die Dinge bei der durch Fig. 15 wiedergegebenen Entwicklung des Fußes eines ♂. Derartige kleinere Schwankungen von einem Entwicklungsstadium zum anderen lassen sich nicht selten feststellen.

Fig. 4 zeigt das Endglied eines Fußes, wie es als typisch von den meisten Autoren abgebildet wird. Im allgemeinen überragt beim ♀ der Innenranddorn das Endglied nicht; Ausnahmen kommen jedoch vor (Fig. 11).

In seltenen Fällen finden sich bei geschlechtsreifen ♀♀ am Außenrande des Endgliedes eines Fußes oder beider Füße einige Haare (Fig. 7); diese treten stets erst nach der letzten Häutung auf, fehlen also noch der ♀ differenzierten Larve. Auch Braun scheint diese Haare beobachtet zu haben; ich schließe dies aus der Darstellung, die er vom Fuße unserer Art in der schematischen Zusammenstellung der fünften Füße aller einheimischen Cyclopiden gibt; am Außenrande in der Nähe der apikalen Borste deutet er zwei Haare an.

Da sich Haare bei ♀ Exemplaren von verschiedenen Fundstellen zeigten, so glaube ich, sie in die normale Variationsbreite einrechnen zu sollen. Diese gelegentlich auftretenden Haare weisen übrigens nach *Cyclops strenuus* hinüber, wo sich solche stets am Außenrande finden.

Der Geschlechtsdimorphismus, wie er sich bei *Cyclops* in der Körperform, in den Antennen, sowie im ersten und zweiten Abdominalsegment ausprägt, ist bekannt. Ein solcher ist aber auch darin zu sehen, daß die Variationsbreite des Innenranddorns bei ♂ und ♀ eine verschiedene ist, und zwar ist sie bei ersteren eine größere als bei letzteren.

Die ♀♀ zeigen die bisher beschriebenen Formen von Innenranddornen (Fig. 4—11), beim ♂ kommen noch andere Typen hinzu, indem sich der Innenranddorn zuweilen kolbig verdickt (Fig. 13 und 14 b). Diese Erscheinung ist entweder bereits bei der ♂ Larve entwickelt, oder aber sie tritt erst im Stadium der Geschlechtsreife hervor. Im letzteren Falle ist der Innenranddorn bei der Larve noch klein und spitzig (Fig. 14 a). Die Verdickung des Innenranddornes kann sowohl die eine wie auch beide Körperseiten betreffen.

Das ♀ erreicht also bereits auf dem Stadium der geschlechtlich differenzierten Larve den definitiven Zustand des fünften Fußes; auch beim ♂ trifft dies häufig zu. Einige ♂ Exemplare entwickeln sich aber bei der letzten Häutung in bezug auf den Innenranddorn weiter, indem dieser noch eine gewisse Vergrößerung erfährt. Auch bei den Tieren, die in betreff des fünften Fußes abnorm veranlagt sind, tritt der angeführte Geschlechtsdimorphismus unter Umständen deutlich in die Erscheinung. Bei meinen Versuchen zeigte der Innenranddorn der ♀♀ niemals eine abnorme Ausbildung, während dies bei ♂♂ häufiger der Fall war. Es ist also bei normalen wie bei abnormen ♀♀ die Variationsbreite des Innendorns begrenzter als bei ebensolchen ♂♂ (weiteres hierüber siehe unten).

Hartmann hat Versuche über den Einfluß der Temperatur auf die Gestalt des fünften Fußes bei *Cyclops strenuus* angestellt. Er fand, daß die apikale Borste und die Borste des Basalgliedes bei Tieren, die in der Wärme gehalten wurden, relativ und absolut kürzer ist als bei Individuen, die in der Kälte aufwachsen. Entsprechend erwies sich der Innenranddorn kürzer und plumper. (Hartmann nennt den letzteren übrigens „Außenranddorn“, was wohl als lapsus calami aufzufassen ist.)

Zu den Hartmannschen Ausführungen habe ich verschiedenes zu bemerken. Zunächst halte ich es für einen Fehler, daß Hartmann nicht die gesamte bei seinen verschiedenen Versuchen zutage tretende Variationsbreite des fünften Fußes, sondern nur Mittelwerte angibt. Was die Ursache der von Hartmann beobachteten Variationen betrifft, so liegen nach meinen Untersuchungen bei *Cyclops viridis* die Verhältnisse bedeutend komplizierter, als wie Hartmann es für *strenuus* mitteilt. Denn auch bei Vollgeschwistern von *viridis*, die unter den gleichen Bedingungen aufwachsen, traten regellos Tiere mit längeren und kürzeren Anhängen des fünften Fußes auf.

Übrigens auch in anderer als nur in der von Hartmann angeführten Richtung zeigt sich bei *strenuus* eine individuelle Variation des Innenranddorns; auch das ganze Endglied ist nach den Hartmannschen Zeichnungen starken individuellen Schwankungen unterworfen. Den offenbar komplizierten inneren und äußeren Faktoren, welche die individuelle und intraindividuelle Variation des Endgliedes und seiner Anhänge bei *viridis* bewirken, konnte ich nicht auf die Spur kommen; daher drängte sich mir der Gedanke auf, daß auch bei *strenuus* verwickeltere Ursachen, als nur die Temperatur, für die verschiedenartige Länge der Borsten und des Innenranddorns verantwortlich sind.

Es sei noch einiger Erscheinungen gedacht, die eine größere Variabilität des fünften Füßchenpaares vortäuschen können, als sie in Wirklichkeit vorliegt. Die Beweglichkeit des Endgliedes, der Borsten und die zuweilen vorhandene des Innenranddorns verleiht bei oberflächlicher Betrachtung den Extremitäten unter Umständen ein verschiedenartiges Aussehen. Bei fixierten Tieren kommen Verkrümmungen und Schrumpfungen durch die Behandlung mit Reagentien hinzu. Extremitäten, wie die letztgenannten, sowie diejenigen, bei welchen die Borsten halb abgebrochen oder offensichtlich mechanisch durch irgendwelche äußere Eingriffe entfernt waren, wurden grundsätzlich von der Untersuchung ausgeschlossen.

IV. Beschreibung der Mißbildungen.

Die drei Abnormitäten, von denen meine Untersuchung ihren Ausgang nahm, sind in den Fig. 24—26 wiedergegeben. Die erste (8A ♂, Fig. 24) stellt sich als ausgesprochene Minusvariation dar; das Endglied des rechten fünften Fußes ist stark verkümmert, die apikale Borste wird durch ein kleines Häkchen repräsentiert, vom Innenranddorn fehlt jede Spur. Die Mißbildung wurde zuerst bei der ♂ differenzierten Larve festgestellt; sie veränderte sich durch die letzte Häutung nicht. Zwei ähnliche, aber nicht die gleichen Verbildungen traten bei den folgenden Generationen in verschiedenen Zweigen auf (Fig. 38 und 39).

Die zweite Abnormität (8B ♂, Fig. 25) ist eine Plus-Variation. Der linke fünfte Fuß trägt am Außenrande des Endgliedes eine überzählige Borste. Dieselbe ist nicht so lang wie die apikale Borste, wohl aber etwas dicker als diese. Sie erscheint am Ende auf ihrer Dorsalseite mit Zähnchen besetzt und nimmt ihren Ursprung von einem kleinen Sockel, welcher auf einer Ausbuchtung des Außenrandes ruht. In diesem Falle wurde eine Fiederung der apikalen Borste nicht bemerkt. Die Abnormität zeigte sich in gleicher Ausbildung bei der ♂ Larve wie beim geschlechtsreifen Individuum. Der rechte fünfte Fuß dieses Tieres ist völlig normal. Ähnliche überzählige Borsten traten zuweilen auch in den späteren Generationen auf. (Genauerer weiter unten.)

Die dritte Abnormität (8C ♂, Fig. 26) betrifft die Borte des Basalgliedes links der geschlechtlich differenzierten Larve. Diese Borste weist nur $\frac{1}{3}$ der normalen Länge auf; sie verjüngt sich nicht distalwärts, sondern endigt stumpf. Dieses Ende ist mit zwei feinen Börstchen besetzt, von denen das eine den Verlauf der großen Borste bei-

behält, während das andere fast einen rechten Winkel mit ihr bildet. Die so beschaffene Borste des Basalgliedes bemerkte ich bei der ♂ differenzierten Larve; sie fiel einige Tage nach der Isolierung des Individuums ab, und wurde bei der letzten Häutung nicht regeneriert. In der folgenden Generation, aber nicht unter den Nachkommen von 8C ♂, trat nur noch ein Individuum auf (8L4 ♂), bei dem die Borste des Basalgliedes, und zwar des rechten, verbildet war (Fig. 40).

Die überzählige Borste zeigt, wie manche abnormen Bildungen (z. B. Hyperdaktylie der Säugetiere und Vögel) eine sehr große individuelle Variabilität. Zuweilen ist bei einzelnen Individuen auch eine intra-individuelle Variation festzustellen. Es gibt Fälle, in denen die Borste $\frac{2}{3}$ der Länge der apikalen Borste erreicht, und andere, wo sie selbst fehlt und nur der Außenrand des Endgliedes eine Ausbuchtung aufweist (Fig. 28—30). Zwischen diesen beiden Extremen finden sich alle Übergänge. Die überzählige Borste erscheint entweder am rechten oder am linken fünften Fuß; rechts und links gleichzeitig fand ich sie nie.

Die Borste tritt in zwei Haupttypen auf. Der erste Typ ist eine schlanke, bewegliche, zuweilen gefiederte Borste. So beschaffen, kann sie $\frac{2}{3}$ der Länge der Apikalborste erreichen, sie kann aber auch bis zu einem kurzen Stift reduziert sein (Fig. 36). Der zweite Typus läßt sich als mehr breites schwertförmiges, an einer oder beiden Seiten mit Zähnen besetztes Gebilde charakterisieren (Fig. 27).

Die Fig. 28 und 30 stellen zwei linke Füße dar, bei denen keine überzählige Borste, sondern nur eine Erhebung des Außenrandes vorliegt. Ein solches Verhalten fand sich in den zwei abgebildeten Fällen. Ein weiteres Vorkommnis schließt sich an, bei dem die Ausbuchtung mit einigen Haaren besetzt ist (Fig. 29).

Eine extreme Ausbildung der schlanken Borste zeigt Fig. 32a. Ob apikale und überzählige Borste in diesem Falle gefiedert sind oder nicht, kann ich nachträglich am Kanadabalsampräparat nicht mehr entscheiden. Eine derartige lange, bewegliche Borste fand sich in zwei Fällen. Nicht ganz so lang ist die überzählige Borste an dem in Fig. 31 wiedergegebenen fünften Fuß; hier ist sie deutlich gefiedert. (Auf die doppelte Ausbildung der apikalen Borste in diesem Präparat komme ich später zurück.) Bei einem anderen Exemplar ist die überzählige Borste ebenso lang. Die Reduktion der Borste zu einem kleinen Stift zeigt Fig. 36. Ein solcher fand sich bei zwei Individuen.

Den Übergang zwischen der schlanken und der schwertförmigen Borste bildet das in der ersten Generation auftretende Stück: 8B ♂

(Fig. 25). Die Borste ist verhältnismäßig lang, etwas dicker als die apikale Borste und an der Spitze einseitig gezähnt. Hier reiht sich ein anderer Fall (8J4 ♂) an: Eine ganz kurzes, breites, auf der Außenseite mit zwei Zähnen besetztes Gebilde (Fig. 35).

Bei der schwertförmigen, beiderseitig gezähnten Borste sind Größenunterschiede weniger zu konstatieren. Die Zahl der Zähnchen variiert zwischen 4 und 13 auf jeder Seite. Diese Art überzähliger Borste ist dicker oder eben so dick wie die apikale Borste. Ich fand sie bei sechs geschlechtlich differenzierten Larven aus der Nachkommenschaft des ♀ *viridis* 8.

Auch jene *viridis*-Larve, für die in der Einleitung eine Abnormität des einen fünften Fußes angegeben wurde, zeigt eine solche schwertförmige Borste. Diese Larve (in meinen Aufzeichnungen Larve 21 genannt) ist ♂ Geschlechts; sie wurde am 7. April 1919 auf den Passendorfer Wiesen gefangen, also am selben Ort wie *viridis* 8 ♀. Es ist demnach nicht ausgeschlossen, daß zwischen beiden Tieren eine verwandtschaftliche Beziehung besteht. Spätere Versuche, an gleicher Stelle noch weitere abnorme Tiere zu fangen, blieben erfolglos. Larve 21 wurde am 8. April aus dem am vorhergehenden Tage eingetragenen *Cyclops*-Material isoliert. Sie war auf dem Stadium der ♂ differenzierten Larve. Ihr linker sechster Fuß war typisch ausgebildet, der rechte zeigte eine Abweichung von der Norm, von der noch die Rede sein soll. Ich hoffte, die Larve bis zur Geschlechtsreife zu bringen, dies gelang nicht; das Tier, welches äußerlich gedieh und auch noch wuchs, so daß es die Größe eines ♀ erreichte, starb am 24. Juni, ohne sich gehäutet zu haben. Ich schiebe das Ausbleiben der letzten Häutung auf den plötzlichen Wechsel der Lebensbedingungen, wie er beim Übertritt in die Gefangenschaft erfolgte.

Von 12 anderen, gleichzeitig mit Larve 21 gefangenen und isolierten Larven, die teils ♂, teils ♀ Geschlechts waren, blieb bei neun Individuen ebenfalls zunächst die Häutung aus. Nur drei entwickelten sich in den dem Fange folgenden Tagen zu geschlechtsreifen ♀♀. Ich paarte dieselben mit 8A ♂ resp. 8B ♂. Nachkommenschaft erzielte ich jedoch keine. Trotzdem bei allen drei ♀♀ das Receptaculum seminis wohlgefüllt war, entwickelten sich die austretenden Eier nicht. (Hierüber näheres unten.) Von den neun übrigen Tieren, entwickelten sich drei am 8. und 9. Oktober zu geschlechtsreifen ♂♂ und zwei am 2. Dezember zu geschlechtsreifen ♀♀.

Im allgemeinen sind die beiden Arten überzähliger Borsten auf dem Stadium der geschlechtlich differenzierten Larve in gleicher Weise ausgebildet wie beim geschlechtsreifen Tier; Ausnahmen kommen jedoch vor. Offenbar können — leichter als bei normalen Körperteilen — irgendwelche äußeren oder inneren Einflüsse sich bei diesen sehr variablen Gebilden Geltung verschaffen. In dieser Weise ist die hammerförmige Ausbildung der in Fig. 32 b wiedergegebenen Borste einer ♂ Larve aufzufassen. (8M4C). Ähnliche Verbildungen traf ich bei anderen Tieren gelegentlich an der dorsalen Borste des sechsten Fußes (Fig. 45). Abgesehen von knotigen Verdickungen in der Mitte oder am Ende dieser Borsten, die später ihre Besprechung erfahren sollen (Fig. 49 und 50), fand ich in einem Falle eine vollkommene Umbiegung (Fig. 46), in einem anderen ebenfalls eine hammerartige Bildung an der Borste des sechsten Fußes (Fig. 45). In allen diesen Fällen handelt es sich um vorübergehende Verbildungen, die ich bei der geschlechtlich differenzierten Larve feststellte und die nach der folgenden Häutung wieder verschwunden waren.

8M4C ♂ zeigt also, wie bereits angeführt, als Larve eine Mißbildung der Borste; beim erwachsenen Tier ist letztere wohlentwickelt. Auch das Umgekehrte kann sich ereignen, daß nämlich die überzählige Borste im letzten Larvenstadium regelmäßig gebaut ist und dann aus der letzten Häutung verküppelt hervorgeht. Dies geschah zweimal, nämlich bei den beiden Schwestern 8D3 und 8D6; bei den geschlechtsreifen Tieren erschienen dieselben verunstaltet (Fig. 33 b und 34).

Wie bei 8E2 ♂ die apikale Borste eine Verdoppelung zeigt, so ist bei 8N6 ♂ die überzählige Borste verdoppelt (Fig. 37). ♂ Larve und ♂ unterscheiden sich in diesem Punkte nicht.

Leider habe ich alle überzähligen Borsten nur in den beiden letzten Stadien der Entwicklung: also bei der geschlechtlich differenzierten Larve und beim geschlechtsreifen Individuum, aber nicht bei jüngeren Tieren untersucht. Dies hängt damit zusammen, daß die Zahl der zu beobachtenden Tiere sehr groß, der Prozentsatz der Individuen mit überzähliger Borste verhältnismäßig klein war. Auf dem vorletzten Larvenstadium, in welchem das Abdomen aus drei Segmenten besteht, ist der fünfte Fuß dem des Geschlechtstieres ähnlich, nur ist seine Form etwas plumper. In dem Stadium, in welchem das Abdomen nur zwei Segmente aufweist, ist der fünfte Fuß dagegen eingliedrig und trägt als Anhänge einen inneren Stift und eine äußere Borste, sieht also dem sechsten Fuß des folgenden Larvenstadiums gleich. Es wäre interessant gewesen,

zu konstatieren, wie sich die überzählige Borste in früheren Larvenstadien verhält. Aus den angegebenen Gründen ist dies aber nicht geschehen.

Von den 20 Fällen einer gut entwickelten oder rudimentären überzähligen Borste, die bei der Nachkommenschaft von ♀ *viridis* 8 und bei Larve 21 auftraten, gehören 10 der linken und 10 der rechten Körperseite an. Die von der Abnormität nicht betroffene Seite zeigt in allen Fällen einen vollkommen normalen fünften Fuß. Die drei rudimentären Bildungen (Fig. 28—30), bei denen nur eine Erhebung des Außenrandes vorliegt, sind rechts zu finden; die schlanke Borste sitzt bei drei Individuen rechts, bei ebensovielen links; auf der linken Seite befindet sich ebenfalls die Borste von 8B ♂ und die kurze mit zwei äußeren Zähnen von 8J4 ♂. Die schwertförmigen Borsten verteilen sich auf die rechte und linke Körperseite im Verhältnis 6 : 1. Rechts findet sich auch die Verdoppelung der überzähligen Borste bei 8N6 ♂. Eine Bevorzugung der einen oder anderen Körperseite liegt nach dem Dargelegten nicht vor.

Über die Verteilung der Borsten auf die beiden Geschlechter ist folgendes festzustellen: dieselbe tritt bei 16 ♂♂ und nur bei 4 ♀♀ auf. Von diesen ♀♀ sind drei Individuen Vollschwestern. ♀♀ mit überzähligen Borsten liegen also nur aus zwei Geschwisterschaften vor. ♂♂ mit überzähligen Borsten sind dagegen in fast allen Zweigen der von mir gezüchteten Familie vertreten. Danach scheint beim ♀ irgendwelche Hemmung vorhanden zu sein, die die überzählige Borste weniger oft in die Erscheinung treten läßt als beim ♂. Auf derartige Hemmungen wird bei Besprechung der abnormen Ausbildung des Innenranddorns zurückzukommen sein. Beim ♀ gelangte nämlich kein Fall eines abnormen Innenranddorns zur Beobachtung, während ein solcher bei den ♂ Nachkommen von *viridis* 8 nicht selten ist. Hierdurch wird die Anwesenheit eines im ♀ wirksamen Hemmungsfaktors eklatant.

Eine scharfe Grenze zwischen dem „Normalen“ und dem „Abnormen“ ist nicht immer zu ziehen, darüber sind sich alle neueren Autoren einig (siehe Goebel). In bezug auf die überzählige Borste fiel die Scheidung verhältnismäßig leicht; eine überzählige Borste ist, auch wenn sie nur angedeutet erscheint, unter allen Umständen als Abnormität anzusprechen. In bezug auf den Innenranddorn machte ich mir zum Grundsatz, diejenigen Vorkommnisse, die sich wenigstens an einigen Exemplaren in der freien Natur und aus den Kontrollzuchten wiederfanden, als normal, diejenigen, die sich nur bei den Nachkommen von

viridis 8 einstellten, als abnorm zu bezeichnen. So gelangte ich dazu, die bereits oben beschriebene kolbige Verdickung des Innenranddorns der normalen Variationsbreite des ♂ einzuordnen (Fig. 13, 14, 16a). Alle noch weiter gehenden Abänderungen wurden dagegen als abnorm aufgefaßt.

Wie die Abnormitäten des ganzen fünften Fußes, so kann man auch die des Innenranddorns gliedern in Plus- und Minus-Variationen. Eine Plus-Variante liegt vor, wenn der Dorn in exzessiver Weise ausgebildet ist. So fasse ich den rechten Fuß der Fig. 16 als „noch normal“ auf, den linken dagegen als „schon abnorm“. Dieses Beispiel erläutert am besten, wie verschwimmend die Grenzen sein können. Ebenso ist nach meiner Auffassung der linke Innenranddorn der ♂ Larve 8F5 (Fig. 23) abnorm. Leider starb das Tier vor der letzten Häutung. Es wäre interessant gewesen, festzustellen, ob dieser Innenranddorn im Stadium der Geschlechtsreife noch eine Weiterentwicklung erfahren hätte, wie dies beim ♂ zuweilen sich ereignet (siehe oben, Fig. 14). Der rechte Innenranddorn von 8G3 ♂ zeigt eine merkwürdige Zerklüftung seiner Spitze (Fig. 22).

Bei einer Anzahl von Exemplaren ist der Innenranddorn mit feinen Härchen besetzt, eine Erscheinung, die mit einer starken Verlängerung desselben verbunden sein kann (Fig. 17—19). Diese Behaarung findet sich bei neun Exemplaren am rechten, bei drei am linken und bei zwei am rechten und linken Innenranddorn. Auf eine besondere Bevorzugung der einen Körperseite darf man meines Erachtens nicht schließen, obwohl die Zahl der rechtsseitigen Abnormitäten überwiegt.

Im Gegensatz zu dem Verhalten der überzähligen Borste, welche nur rechts oder links auftritt, finden wir beim Innenranddorn zwei Fälle, in dem er rechts und links sich zeigt. Das gleiche gilt für einige noch zu beschreibende Minus-Varianten des fünften Fußes. Eine solche weist das ♂ 8M10 auf, das in seinem übrigen Körperbau völlig normal erscheint, bei dem aber das Endglied der beiden fünften Füße extrem schmal, nämlich nicht viel dicker als die Apikalborste ist. Der Innenranddorn zeichnet sich durch entsprechende Schlankheit aus (Fig. 20).

Ebenfalls als Minusvariation deute ich 8J6 ♂ (Fig. 21), dessen Innenranddorn beiderseits stark gekrümmt ist und daher dem Endgliede des Fußes eng anliegt. Vielleicht ist eine besondere Schwäche der beiden Dorne vorhanden, so daß sie gegen mechanische Einwirkungen

von außen wenig widerstandsfähig waren, vielleicht gründet sich aber ihre Verbildung auf innere, das Wachstum regulierende Kräfte. Die beiden Variationen waren bei der Larve ganz ähnlich ausgebildet wie beim geschlechtsreifen Tier.

Als Minus-Varianten sind noch drei Fälle zu erwähnen, bei denen der Defekt den ganzen fünften Fuß betrifft. Auf 8A ♂ (Fig. 24) wurde bereits eingegangen, hier ist das Endglied des rechten Fußes einer starken Reduktion anheimgefallen. Noch weiter geht diese Reduzierung bei 8E14 ♂ (Fig. 38), wo der rechte Fuß bis auf einen geringen Rest: eine kleine Platte mit daranhängenden Häkchen, verschwunden ist. Man kann im Zweifel sein, ob dieses Häkchen ein Rudiment der Borste des Basalgliedes oder ein solches des Endgliedes mit seinen Anhängen ist. Ich vermute das letztere. Am weitesten geht die Rudimentation des fünften Fußes bei 8M3A ♂. Im Gegensatz zu den beiden vorhergehenden Fällen, wo die Rückbildung nur die eine Extremität betraf, hat sie hier beide Extremitäten ergriffen. Vom linken Fuß ist keine Spur mehr vorhanden, vom rechten nur ein kleines Stiftchen (wohl der Rest des Endgliedes) und die Borste des Basalgliedes übrig geblieben (Fig. 39). Das Basalglied selbst ist offenbar in das Thoraxsegment einbezogen. Auf diese Weise entspringen Endgliedrudiment und Borste des Basalgliedes getrennt voneinander am Körper (letztere übrigens auf einem kleinen Sockel). Dieser Befund ist — wie auch die überzählige Borste — für unsere späteren Betrachtungen über die Stammesgeschichte der Cyclopiden von Bedeutung.

Außer dem fünften Fuße zog ich den sechsten Fuß der Versuchstiere in den Kreis der Betrachtung. Auf dessen normalen Bau bei ♂ und ♀ wurde bereits weiter oben eingegangen. Es gelang mir, auch hier einige Unregelmäßigkeiten aufzufinden. Wiederum sind Plus- und Minus-Variationen zu unterscheiden. Zu den ersteren zählen zunächst drei Vorkommnisse bei ♂♂, wo der ventral gelegene Dorn verdoppelt ist. Diese Verdoppelung befindet sich bei zwei Tieren auf der rechten, bei einem auf der linken Körperseite. Die Mißbildung war im letzten Larvenstadium in gleicher Weise entwickelt wie beim erwachsenen Tier.

Interessant ist das Verhalten des linken sechsten Füßchens von 8E2 ♂ (Fig. 31), an dessen linkem fünften Füßchen bereits eine überzählige Borste und eine Verdoppelung der Apikalborste festgestellt wurde. Dieses Exemplar weist am genannten sechsten Fuß statt der einen Mittelborste deren acht auf. Ich lege diese Erscheinung nicht als Zurückgreifen auf ein phylogenetisch früheres Stadium aus, sondern als

eine Vielfachbildung, denn die in Rede stehenden acht Borsten sehen einander ungemein ähnlich, wie auch die beiden Apikalborsten des linken fünften Fußes sich völlig gleichen. Weiter unten wird über den Unterschied zwischen Plus-Variationen, die als Atavismen aufzufassen sind, und Doppel- resp. Mehrfachbildungen noch einiges zu sagen sein.

Hierher gehört jenes in der Einleitung erwähnte albidus-♂. Dasselbe weist am linken sechsten Fuß eine doppelte Mittelborste auf. Auch bei zwei ♀ Larven (8M3 und 8D8) wurden Unregelmäßigkeiten des sechsten Fußes bemerkt. Bei 8M3 ♀ war im letzten Larvenstadium beiderseits der ventrale Dorn etwa doppelt so lang als gewöhnlich (Fig. 48). Da aber nach der letzten Häutung die beiden Dornen völlig normale Länge aufwiesen, so bin ich der Meinung, daß dieses Vorkommnis ein mehr „zufälliges“ ist, d. h. daß es mit den Abnormitäten des fünften und sechsten Fußes bei den übrigen Tieren nicht in einem direkten genotypischen Zusammenhang steht. Die dorsale Borste des rechten Fußes von 8D8 ♀, welche in ihrem distalen Teil eine Verdoppelung zeigt, soll weiter unten besprochen werden (Fig. 51).

Bei einigen Exemplaren stellt sich einer der beiden sechsten Füße als eine Minus-Variation dar. So gleicht beim geschlechtsreifen ♂ 8E4 der rechte sechste Fuß ganz demjenigen einer Larve im vorletzten Stadium, besteht also nur aus kräftigem Dorn und aus Fieberborste. Offenbar ist dieser Fuß infolge einer Entwicklungshemmung auf einem ontogenetisch frühen Stadium stehen geblieben, während sich der linke Fuß normal weiter entwickelte. Bei dem ♂ 8D1, bei dem der linke fünfte Fuß eine rudimentäre überzählige Borste aufweist (Fig. 28), findet sich am sechsten Fuß der gleichen Seite insofern eine Unregelmäßigkeit, als die Mittelborste sehr stark verkümmert ist, so daß sie nur ein kurzes, strichförmiges Gebilde darstellt. Auch bei der Larve 21 ist die Abnormität des rechten fünften Fußes mit einer solchen des sechsten verknüpft, indem der ventrale Dorn kürzer ist als gewöhnlich und der mittlere Anhang nicht eine Fiederborste, sondern einen kurzen Dorn bildet (Fig. 44). Dieser sechste Fuß einer ♂ Larve weist also starke Anklänge an die Verhältnisse beim ♀ auf. Die Lage des Fußes am ersten Abdominalsegment ist jedoch durchaus die für ein ♂ charakteristische.

Hin und wieder gelangten noch einige zweifelhafte Fälle zur Beobachtung, bei denen eine Borste des einen sechsten Fußes fehlte. Da aber die Ansatzstelle der betreffenden Borste immer durchaus normal gestaltet war und nur diese letztere selbst fehlte, so wurde ich in allen diesen Fällen zu der Annahme geführt, daß nicht etwa auf Grund

innerer Ursachen die Ausbildung der Borste unterdrückt wurde, sondern daß dieselbe durch unbekannte äußere Eingriffe mechanisch entfernt war.

Erwähnt seien noch die knotigen Verdickungen in der Mitte oder am Ende der dorsalen Borste des sechsten Fußes, welche vereinzelt ♂ und ♀ Larven zeigten (Fig. 49 und 50). Da dieselben nach der letzten Häutung stets wieder verschwunden waren, so glaube ich, daß sie außer Zusammenhang mit den übrigen Abnormitäten auftraten.

Es lag nahe zu untersuchen, ob vielleicht mit den Anomalien des fünften und sechsten Fußes wenigstens bei einigen Exemplaren Abnormitäten anderer Organe verbunden seien, nachdem sich bei drei Tieren eine Korrelation zwischen dem fünften und sechsten Fuße der einen Körperseite durch gleichzeitiges Vorhandensein einer Abnormität an denselben ergeben hatte.

Bei 8D1 ♂ sahen wir, daß links am fünften Fuß eine rudimentäre überzählige Borste in Form einer Ausbuchtung des Endgliedes und am sechsten Fuß eine Reduzierung der Mittelborste vorhanden ist. Die Larve 21 weist rechts eine überzählige Borste des fünften Fußes (Fig. 27) und eine Abnormität des sechsten Fußes auf (Fig. 44), die dieser Extremität eine Mittelstellung zwischen der für ♂ und ♀ charakteristischen Ausbildung verleiht. Bei 8E2 ♂ (Fig. 31) findet sich links am fünften Fuße eine überzählige Borste und eine Verdoppelung der Apikalborste, am sechsten Fuße ist die Mittelborste durch acht Borsten vertreten. Irgendwelche feste Korrelationen lassen sich aus diesen Befunden keineswegs ableiten, bei 8E2 ♂ treten zwei Plus-Variationen, bei 8D1 ♂ eine Plus- und eine Minus-Variation miteinander auf, während bei Larve 21 eine Plus-Variation mit einer sonstigen Aberration verbunden ist.

An Totalpräparaten untersuchte ich Furka, Antennen und viertes Schwimmfußpaar der abnormen Individuen. Bei keinem Exemplar fand ich an den genannten Körperteilen eine Abweichung von der Norm, selbst nicht bei 8E2 ♂, bei dem ich eine solche noch am ehesten erwartet hatte. Bei den abnormen Tieren mußte ich davon absehen, auch die drei vorderen Schwimmfußpaare einer genauen Betrachtung zu unterwerfen, da dies nur möglich ist, wenn man das Tier so zerlegt, daß jedes Fußpaar isoliert liegt. Da ich meine Belegexemplare in toto erhalten wollte, so nahm ich eine derartige Zerlegung nur an phänotypisch normalen Brüdern und Schwestern der abnormen Tiere, insgesamt an 17 ♂♂ und 14 ♀♀ vor. Diese Untersuchung förderte nur normale Schwimmfüße zutage. Es fragt sich, ob man aus diesem Ergebnis

schließen darf, daß die Nachkommen des ♀ *viridis* 8 sämtlich mit normalen Schwimmfüßen ausgestattet sind oder ob vielleicht nur zufällig alle untersuchten Individuen normal waren.

Es schien wünschenswert festzustellen, ob mit den Unregelmäßigkeiten in der Form der fünften und sechsten Füße solche in Zahl und Ausbildung der Chromosomen einhergehen. Braun beobachtete, daß — phylogenetisch gesprochen — innerhalb der Gattung *Cyclops* parallel mit der Reduktion des fünften Fußes ein Rückgang in der Chromosomenzahl erfolgte. Nun wäre es denkbar gewesen, daß in der von mir untersuchten abnormen *viridis*-Familie Anomalien der rudimentären Fußpaare und der Chromosomen aufträten. Die Chromosomenverhältnisse studierte ich nach dem Vorgehen Haeckers und seiner Schüler an den Eiern während der Diakinese (einem Stadium in den Prophasen der ersten Reifungsteilung). Dies gelingt am besten bei den Ovidukteiern kurz vor der Ablage.

Das mit einer überzähligen Borste versehene ♀ 8M2 und außerdem neun äußerlich normale Töchter von 8E ♀ und 8D ♀ wurden untersucht. Unter den Nachkommen der beiden letztgenannten ♀♀ war die größte Zahl der Anomalien aufgetreten. Auch normale Mitglieder der von mir gehaltenen *viridis*-Familie zur Beobachtung heranzuziehen, erschien nicht von vornherein als aussichtslos, da es in meinen Zuchten sich gezeigt hatte, daß gelegentlich von phänotypisch normalen Eltern ein mit einer Abnormität behaftetes Individuum abstammen kann (Näheres siehe unten).

Bei 8M2 ♀ wartete ich die ersten drei Eiablagen ab und fixierte das Tier, als es unmittelbar vor der vierten Eiablage stand, $\frac{1}{2}$ Stunde mit dem Gemische von Carnoy (absoluter Alkohol + Chloroform + Eisessig = 6 : 3 : 1). Diese Fixierungsflüssigkeit ergibt nach meinen Erfahrungen außerordentlich klare Bilder; trotz des absoluten Alkohols schrumpft das Objekt nicht. Außerdem ist die Weiterbehandlung eine sehr einfache, da sich das Objekt bereits in einem Gemisch von absolutem Alkohol und Chloroform befindet; der Eisessig wird durch Spülen mit absolutem Alkohol + Chloroform (2 : 1) entfernt. Innerhalb zwei Stunden nach der Fixierung kann der fertige Paraffinblock vorliegen. Bei 8M2 ♀ trennte ich das Abdomen vom übrigen Körper ab, um dasselbe als Totalpräparat einzulegen. Der Körper selbst wurde in üblicher Weise geschnitten und mit Hämatoxylin nach Ehrlich und Eosin gefärbt. Die übrigen 9 ♀♀ fixierte ich kurz vor der ersten Eiablage.

Im übrigen war die Behandlung durchaus die gleiche, nur daß hier eine Abtrennung des Abdomens überflüssig war und deshalb unterblieb.

Die mikroskopische Untersuchung der Schnittpräparate führte zu dem Ergebnis, daß bei allen 10 Individuen die Zahl und Ausbildung der Chromosomen in den Eiern eine normale ist. In sämtlichen Fällen finden sich die für *viridis* charakteristischen sechs Ditetraden ohne irgendwelche Abweichung entwickelt. Auch die von Haecker (1902) beschriebenen Doppelpünktchen, die bei einigen Freiburger Exemplaren neben den Ditetraden auftraten und die seitdem sich nicht wieder zeigten, fehlten bei den von mir untersuchten Tieren.

Auf die große individuelle Variation der Abnormitäten des fünften und sechsten Fußes wurde bereits weiter oben eingegangen. Ferner wies ich darauf hin, daß diese Variabilität in vollem Einklange mit den Vorkommnissen bei anderen Tiergruppen steht. Selbstverständlich kann man nicht ohne weiteres die Extremitäten der Arthropoden und Wirbeltiere miteinander vergleichen, es scheint mir aber bemerkenswert, daß einerseits bei *Cyclops* Plus- und Minus-Variationen des fünften Fußes scheinbar regellos unter Geschwistern vorkommen und daß andererseits beim Menschen und bei Haussäugetieren Poly- und Syndaktylie vererbungsgeschichtlich miteinander verbunden sein kann (Cramer).

Bonnevie unterscheidet zwei Gruppen von Polydaktylie: in der ersten Gruppe ist die Fingeranomalie als primär und als Ausdruck eines streng lokalisiert wirkenden erblichen Faktors aufzufassen. In der zweiten Gruppe ist die Fingeranomalie nur ein Glied in der Reihe zahlreicher Anomalien sowohl der Hand wie anderer Organe (Hasenscharte, psychische Defekte usw.). In der ersten Gruppe vererbt sich die Abnormität streng nach den Mendelschen Regeln, in der zweiten Gruppe dagegen nicht. (Nach meiner Ansicht hat man daher die ersteren als einfach-, die letzteren als komplex-verursachte Merkmale nach der Haeckerschen Definition aufzufassen.)

Aber selbst bei der streng vererbten Abnormität herrscht eine große individuelle Variabilität. Bonnevie beschreibt eine weitverbreitete Bauernfamilie, die in allen ihren Zweigen den gleichen Typ einer Polydaktylie aufweist. Bald stellt sich diese als wohlentwickelter Finger oder wohlentwickelte Zehe, bald als unscheinbarer Knopf dar, dessen wahre Natur selbst von seinem Träger nicht erkannt wird. Dieser Befund steht in vollem Einklange mit den Beobachtungen von Barfurth an hyperdaktylen Hühnern. Hier wird die Mißbildung im allgemeinen,

nicht die besondere Variante derselben, von der Mutter auf die Nachkommen übertragen.

Bei der Deutung meiner an *Cyclops* gewonnenen Ergebnisse war zunächst zu überlegen, ob die beobachteten Abnormitäten vielleicht im Zusammenhange mit irgendwelchen regenerativen Prozessen ständen. Bekannt sind die Versuche von Tornier, der beim Frosch durch äußere Eingriffe infolge Spaltung der Beinanlage völlig regellos Doppel- und Mehrfachbildungen erzielte. Ferner ist die Tatsache bekannt, daß bei Regeneration nicht selten Atavismen herauspringen („atavistische Regeneration“ von Roux). Da ich einen Teil der Abnormitäten in der von mir gezogenen *viridis*-Familie als Atavismen deute (wie weiter unten ausgeführt werden soll), so könnte man vielleicht vermuten, daß die ganzen Mißbildungen durch äußere Eingriffe und darauf folgende Regeneration hervorgerufen seien. Doch stehen dem zwei Gründe entgegen. Die Abnormitäten traten bei den Nachkommen von *viridis* 8 ♀ in drei Generationen auf, aber niemals bei einem der 1379 aus den Kontrollzuchten stammenden Individuen und nur einmal bei einem Tier aus der freien Natur (Larve 21). Dies wäre unerklärlich, wollte man mechanische Eingriffe für die Mißbildungen verantwortlich machen. Weiter ist bemerkenswert, daß (abgesehen von einigen Doppel- und Mehrfachbildungen) trotz aller Verschiedenheiten unter den Plusvariationen meist bestimmte Typen: überzählige Borsten oder behaarte Innenranddorne auftreten. Das Charakteristische für Bildungen, die durch Regeneration entstanden sind, ist aber gerade ihre Regellosigkeit.

In der menschlichen Teratologie ist man fast allgemein davon zurückgekommen, die Polydaktylie als durch Amnionfäden verursacht anzusehen. Für ebenso verfehlt würde ich es halten, wollte man als Erklärung für die in drei Generationen auftretenden Abnormitäten zufällige äußere Insulte annehmen. Auch Kuttner sieht als Ursache für die Mißbildungen an den Antennen von *Daphnia* nicht Regeneration, sondern eine erbliche, labilere Reaktionsweise des Soma auf die vorhandenen Einflüsse an. Ebenso lehnen die Botaniker grob mechanische Eingriffe als Ursache für erbliche Abnormitäten ab. Für einen einzigen Fall muß ich die Möglichkeit einer mechanischen Ursache offen lassen, das ist die dorsale Borste des sechsten Fußes des ♀ 8D8; diese Borste zeigt in ihrem distalen Teil eine Verdoppelung (Fig. 51),

Trotz meiner ablehnenden Haltung gegenüber einer Erklärung der Mißbildungen durch Regeneration führte ich einige Regenerationsversuche

aus, die allerdings sämtlich, wie ich vorwegnehmen will, zu einem negativen Resultate führten.

Bei 12 ♂ und 12 ♀ differenzierten Larven, teils der Nachkommenschaft von 8J ♀, teils derjenigen von 8M ♀ angehörig, entfernte ich mit der Pinzette die Apikalborste und die Borste des Basalgliedes je eines fünften Fußes vollständig. 7 ♂♂ und 5 ♀♀ erreichten die Geschlechtsreife. Bei keinem Exemplar wurden die Borsten regeneriert. Im übrigen blieb jedoch die Gestalt des Fußes nach der Häutung die typische. Dasselbe Ergebnis stellte sich ein, als der Versuch an 12 Larven von gleicher Herkunft wie die eben genannten, welche auf dem vorhergehenden Entwicklungsstadium standen, also ein erst dreigliedriges Abdomen besaßen, wiederholt wurde. Die 4 ♂♂ und das 1 ♀, welche Geschlechtsreife erlangten, blieben ihr Lebelang ohne diese Borsten. Es fand also einerseits keine Regeneration der verloren gegangenen Teile statt, andererseits genügte der durch die mechanische Entfernung der beiden Borsten ausgeübte Reiz nicht, den betreffenden Fuß zu einer wie auch immer gearteten Veränderung seiner Gestalt zu veranlassen: weder trat nach der folgenden Häutung eine Plus- noch Minus-Variation noch eine sonstige Abweichung von der Norm auf.

Ich ging dann dazu über, bei einer Anzahl ♂ und ♀ Nachkommen von 8F ♀ auf dem Stadium der geschlechtlich differenzierten Larve Teile des einen fünften Fußes mit geschärften Nadeln abzutrennen. Diese bei der Kleinheit und der Lebhaftigkeit des Objektes an sich schon schwierige Operation führte dadurch zu keinem Resultat, daß keines der Versuchstiere die nächste Häutung erlebte. Bereits verschiedentlich sind Regenerationsversuche an Entomostraken gemacht worden (*Daphnia*, *Cyclops*), doch wählten die Untersucher stets solche Organe aus, welche einer Operation leicht zugänglich sind, nämlich Ruderantennen und Furka. Demgegenüber ist der fünfte Fuß von *Cyclops* für derartige Versuche wegen seiner Kleinheit und seiner Lage am Körper höchst ungeeignet.

Vielleicht ist das Ausbleiben jeglicher Regeneration in meinen Versuchen dadurch zu erklären, daß ich nur die beiden letzten Larvenstadien heranzog. Anfangs plante ich, nicht nur den fast fertig ausgebildeten Fuß, sondern auch dessen Anlage auf frühen Larvenstadien durch äußeren Eingriff zu treffen. Tornier hat einen derartigen Versuch an Froschlarven mit Erfolg ausgeführt; nach Spaltung der Anlagen des Fußes stellten sich Mehrfachbildungen ein. Bei *Cyclops* unter-

blieben diese Versuche wegen der außerordentlichen Kleinheit der frühen Larvenstadien.

Alle Untersucher heben die geringe Fähigkeit von *Cyclops* hervor, verlorengegangene Teile zu regenerieren (Przibram, Klintz). Diese Angaben sehe ich durch meine Befunde bestätigt. Ich nehme an, daß bei meinen Versuchen durch die Entfernung der Borsten mit der Pinzette die Bildungszellen derselben so stark in Mitleidenschaft gezogen werden, daß sie ihre Funktion einstellen.

Ein Wort sei noch über die Arbeit von Klintz gesagt. Derselbe führte Regenerationsversuche an drei Arten aus, deren geschlechtsreife ♀♀ 17gliedrige Antennen besitzen. Er gibt an, den Tieren nach der zweiten Häutung (gemeint ist wohl die zweite Häutung des Cyclopid-Stadiums) von den 17 Antennengliedern die sechs letzten amputiert zu haben. Bei der dritten Häutung seien zwei Glieder regeneriert worden. Entsprechende Abbildungen illustrieren seine Angaben. Nun sind nach Claus die Antennen bei allen Arten auf dem Cyclopid-Stadium nach der zweiten Häutung 6—7gliedrig, und auf dem letzten Larvenstadium (zwischen der fünften und sechsten Häutung) erst 10—11gliedrig. Nur das geschlechtsreife Tier ist mit der vollen Zahl der Antennenglieder, bei den ♀♀ der von Klintz untersuchten Arten mit 17, ausgestattet. Es gibt also keine *Cyclops*-Larve, die 17 Antennenglieder besitzt. Ich halte es für notwendig, auf diesen Punkt aufmerksam zu machen, da die Klintzschen Angaben in die „Experimentalzoologie“ von Przibram Eingang gefunden haben.

Nicht nur für die überzähligen Borsten und die abnormen Innenranddornen, sondern auch für die Doppel- resp. Mehrfachbildungen von 8E2 ♂ (Fig. 31) und 8N6 ♂ (Fig. 37) lehne ich Regeneration als Ursache ab. Ich nehme an, daß alle Abnormitäten, welche sich bei den Nachkommen von *viridis* 8 ♀ einstellen, gemeinsam auf eine besondere genotypische Veranlagung dieser Familie zurückzuführen sind. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß einige der Plus-Variationen als Atavismen zu deuten sind.

Mit Recht warnen eine Anzahl Autoren (Gegenbaur, Goebel, Hilzheimer, Abel u. a.) vor kritikloser Anwendung des Begriffes Atavismus. Gegenbaur lehnt die Ansicht ab, daß Polydaktylie beim Menschen ein Rückschlag auf eine hexa- oder gar heptadaktyle Ahnenform sei. Denn die vergleichende Anatomie gibt nicht den geringsten Anlaß, auf andere als auf pentadaktyle Vorfahren der Wirbeltiere zu schließen. In dem Vorhandensein eines sechsten Fingers oder einer

sechsten Zehe ist lediglich eine Verdoppelung der Anlage eines der normalen fünf Finger oder einer der Zehen zu erblicken. Diese Anlage verdoppelt sich nach Haecker in sehr frühen Embryonalstadien auf Grund eines vegetativen Teilungsvermögens, welches sich bei niederen Tieren und bei Pflanzen ganz allgemein findet und das abnormerweise auch bei höheren Tieren vorhanden sein kann. (Über hierher gehörige andere Fälle siehe Schwalbe.) Da sich Hyperdaktylie vererbt, so muß sich also dieses Teilungsvermögen der Anlage von Finger und Zehe vererben. Daß die Teilung recht häufig an der einen oder anderen Extremität unterbleibt, lehren unter anderen die Untersuchungen von Barfurth an Hühnern, welcher fand, daß unter Umständen nur ein Extremitätenpaar (Flügel oder Beine) oder gar nur eine Extremität von der Hyperdaktylie betroffen ist.

Boas unterscheidet beim Pferd zwei Arten überzähliger Zehen: nämlich Atavismen und Verdoppelungen. Erstere liegen vor, wenn eine der Nebenzehen oder beide wiedererscheinen, wenn also statt der Griffelbeine mehr oder minder vollentwickelte Zehen ausgebildet werden. Bei einer Verdoppelung dagegen hat sich die Anlage der dritten Zehe auf frühem embryonalem Stadium zweigeteilt; an der so entstehenden überzähligen Bildung bleiben die Griffelbeine unbeteiligt. Zu ähnlichen Begriffsscheidungen wird Prentiss durch Untersuchungen an Haussäugetieren geführt. Gegenbaur, der als erster seine Aufmerksamkeit auf den vorliegenden Gegenstand richtete, führte die Namen: paläogenetische und neogenetische Form der Polydaktylie ein und unterschied so Atavismen und Verdoppelungen.

Bekanntlich nimmt man für die Copepoden hypothetische Ahnenformen an, welche eine größere Anzahl von Schwimmpfüßen besaßen als die jetzt lebenden Arten. Davon leitet sich auch die Bezeichnung des fünften und sechsten Fußes als rudimentärer Fußpaare ab. Innerhalb der Ordnung der Copepoden ist die Rudimentation des fünften Fußpaares in verschiedenem Maße erfolgt; inwieweit die einzelnen Gruppen unabhängig voneinander in gleicher Richtung fortschritten, soll hier unerörtert bleiben. (Allgemeine Gesichtspunkte über gleichgerichtete stammesgeschichtliche Entwicklung siehe in meinem Aufsatz, 1919.)

Findet sich bei *Cyclopina* noch ein dreigliedriger fünfter Fuß (Fig. 52), so ist derselbe bei *Cyclops* immer nur zwei- oder eingliedrig. Die Eingliedrigkeit erklärt sich bei einigen Arten dadurch, daß das Basalglied mit dem letzten Thoraxsegment verschmolzen ist (*diaphanus*,

gracilis, *bicolor*, *varicans*; Fig. 55). Dies geht daraus hervor, daß die Borste des letztgenannten Gliedes am Körper selbständig neben dem Endgliede entspringt. Bei anderen Arten liegt die Entstehung des eingliedrigen fünften Fußes weniger klar (*macrurus*, *serrulatus* u. a.). Das Endglied kann 1—4 Anhänge in Gestalt von Borsten besitzen. Die Arten von *Halicyclops* Norman (*Hemicyclops* Claus): *aequoreus* und *propinquus* weisen vier Borsten am Endgliede auf, das Basalglied ist mit dem Thorax verwachsen (Fig. 54). Da also offenbar End- und Basalglied nicht miteinander verschmolzen sind, so befindet sich in der Borstenzahl vier nicht etwa auch die Borste des Basalgliedes, vielmehr handelt es sich um vier Borsten, welche morphologisch sämtlich dem Endgliede angehören. Mit drei langen Borsten sind die Arten *Cyclops albidus*, *distinctus* und *fuscus* ausgestattet (Fig. 53).

Cyclops strenuus und *insignis*, *bicuspidatus* und *languidus*, *vernalis* und *bisetosus*, sowie *capillatus* (G. O. Sars, vergl. Olofsson) besitzen am Endgliede eine lange befiederte Borste und einen mehr oder minder langen behaarten Innenranddorn. Außerdem findet sich bei *strenuus* am Außenrande eine Anzahl Haare, auf die bereits weiter oben hingewiesen wurde. Vergleicht man mit den genannten Arten die Abnormitäten unter den Nachkommen von *viridis* 8 ♀, so ist festzustellen, daß der zuweilen bei *viridis*-♂♂ auftretende behaarte Innenranddorn ein Übergreifen in den Merkmalskomplex verschiedener anderer Arten: eine „Transversion“ im Sinne Haeckers bedeutet.

Innerhalb der Gattung *Cyclops* ist keine Form vorhanden, deren normal gebauter fünfter Fuß mit dem abnormerweise eine überzählige Borste tragenden Fuß von *viridis* näher zu vergleichen wäre. Am ehesten ist dies angängig bei dem Fuß von *fuscus* und seinen Verwandten (Fig. 53). Hier finden sich am Endgliede drei Anhänge: die Außenborste ist gezähnt wie die überzählige von *viridis*, die Mittelborste stellt sich als die längste dar und weist Befiederung auf, die Innenborste ist ebenfalls gezähnt, übertrifft aber selbst den längsten abnormen Innenranddorn von *viridis* um ein Vielfaches. Noch mehr Anklänge an den für *viridis* abnormen Typ fand ich bei der Gattung *Limnoithona* wieder, welche den Cyclopiden nicht allzufern steht, und zwar gehört hier das Vorhandensein eines kurzen glatten Innenranddornes, einer befiederten Apikalborste und einer gezähnten Außenborste zum Artcharakter (Fig. 56). Wie bei *viridis* trägt das Basalglied an der Außenseite eine befiederte Borste. Als Unterschied von *viridis* wäre zu erwähnen, daß Basal- und Endglied bei *Limnoithona* schmaler

sind. Das letztgenannte Glied ist außerdem mit dem Thorax verwachsen (aber nicht verschmolzen).

Wir sehen also, daß das Auftreten der überzähligen Borste ein „Überschlagen“ in den Formentyp einer ganz anderen Gattung bedeutet. Derartige Erscheinungen sind mit Haecker zu erklären auf Grund der „Pluripotenz“. „Darunter ist zu verstehen die in jedem Organismus — nicht bloß in der Art und Rasse, sondern in jedem einzelnen Individuum — vorhandene virtuelle Fähigkeit, unter besonderen, die Lebensfähigkeit nicht berührenden Bedingungen bestimmte, vom Typischen abweichende Entwicklungsrichtungen einzuschlagen, . . .“

Da die Vorfahren von *viridis* am fünften Fuß zweifellos mehr Anhänge trugen als die Vertreter der jetzt lebenden Art, so nehme ich an, daß der behaarte Innenranddorn und die überzählige Borste einen Rückschlag auf diese Ahnen bedeutet. Welcher Typ der überzähligen Borste: die lange schlanke oder die breite gezähnte die früher vorhandene Form genauer wiedergibt, will ich nicht entscheiden. Vielleicht ist weder in der einen noch in der anderen ein vollkommenes Abbild derselben zu erblicken, beide spiegeln möglicherweise nur annähernd den ursprünglicheren Zustand wieder. Über Atavismen bei *Cyclops* habe ich nichts in der Literatur gefunden, für *Diaptomus* beschreibt Schmeil eine atavistische Mißbildung des fünften Fußes eines ♂.

Durch das gelegentliche Auftreten einer abnormen überzähligen Borste am Außenrande des fünften Fußes von *Cyclops viridis* wird die Kluft zwischen den Graeterschen *Cyclops*-Gruppen der *Trifida* und *Bifida* überbrückt. Diese Namen beziehen sich auf die Anzahl der Anhänge am Endgliede des fünften Fußes. Eine Homologisierung der Füße von Tieren mit zwei und mit drei Anhängen am Endgliede läßt sich jetzt bei allen denjenigen Arten durchführen, bei welchen das Basalglied selbständig blieb oder bei denen das Schicksal des letzteren noch erkennbar ist, indem eine isolierte Borste darauf hinweist, daß es mit dem Thorax verschmolz. Unklarheit bleibt jedoch bezüglich derjenigen Arten, deren fünfter Fuß aus einem einzigen Glied mit drei Anhängen besteht. Zweifellos sind die Innenranddorne resp. -borsten aller *Bifida* einander homolog, ebenso die außerdem noch bei jeder Art in der Einzelzahl vorhandenen, weiter lateral entspringenden befiederten Borsten, die auch als Apikalborsten bezeichnet werden, wenn der dem Innenrande angehörige Anhang nur klein ist. Die abnorme überzählige Borste von *viridis* homologisiere ich mit der Außenborste von *fuscus* und seinen

Verwandten, demnach wäre die Apikalborste von *viridis* der Mittelborste von *fuscus*, der Innenranddorn der Innenborste gleichzusetzen.

8E2 ♂ (Fig. 31) weist, wie oben näher ausgeführt wurde, außer dem Innenranddorn am linken fünften Fuße drei Borsten auf. Der dem Außenrande angehörige Anhang ist eine typische „überzählige Borste“. Im Zweifel könnte man über die Natur der beiden mittelständigen Borsten sein. Da sie aber nicht nur einander gleichen, sondern auch jede von ihnen den typischen Bau einer Apikalborste aufweist, so zögere ich nicht, sie als Doppelbildung aufzufassen, zumal, da am linken sechsten Fuße sich gleichzeitig eine Verachtfachung der Mittelborste eingestellt hat.

8N6 ♂ (Fig. 37) zeigt am rechten fünften Fuße zwei breite gezähnte überzählige Borsten. Es wäre verlockend gewesen, diese Bildung als Zurückgreifen auf ein sehr frühes Stadium der Stammesgeschichte auszulegen, in dem (ähnlich wie bei *Haliencyclops aequoreus*) das Endglied vier Anhänge besaß. Ich nehme jedoch von dieser Deutung Abstand und fasse, da die beiden Borsten sich in hohem Maße ähneln, dieselben als Abkömmlinge der Anlage einer einzigen überzähligen Borste auf, welche sich während der Entwicklung verdoppelte.

Je nachdem sich im Laufe der Stammesgeschichte eine Reduktion oder eine Weiterdifferenzierung eines Organs ergibt, hat man eine Plus- oder Minus-Variation als Atavismus oder als Bildung von prospektiver phylogenetischer Bedeutung auszulegen. Beim Menschen ist 12 die Normalzahl der Rippen; mit Schwalbe hat man das Vorhandensein von 13 Rippen als Atavismus, dasjenige von 11 als fortschrittlichen Zustand zu deuten. Denn der Verlauf der Stammesgeschichte der Wirbeltiere ist auf eine immer weitergehende Unterdrückung der metameren Gliederung gerichtet. Bei denjenigen Vögeln, welche mit gutem Flugvermögen ausgestattet sind, stellt demgegenüber die Anwesenheit einer höheren Anzahl von Schwung- oder Steuerfedern das progressive, die Gegenwart einer Minderzahl das atavistische Verhalten vor. Denn zweifellos stammen die jetzt lebenden guten Flieger von Vögeln mit geringerem Flugvermögen und schlechter entwickeltem Flugapparat ab. Die Vervollkommnung des letzteren wird wahrscheinlich bei dem heutzutage erreichten Entwicklungsgrad nicht halt machen, da die betreffenden Organe noch nicht an der Grenze ihrer Entwicklungsfähigkeit angelangt sind.

Die einzige Art der Gattung *Limnoithona* steht bezüglich der Ausbildung des fünften Fußes isoliert unter ihren Verwandten da: die Arten

von *Oithona* besitzen am Endgliede eine Borste, das Basalglied ist mit dem Thorax verschmolzen; die Borste dieses Gliedes entspringt für sich auf einer kleinen Erhebung (Burekhardt, Taf. 16 R, Fig. 17). Ähnlich gestaltet ist innerhalb der Gattung *Cyclops* der Fuß von *varicans* und *bicolor*, auf dessen einzigem Gliede eine Borste steht, während das Basalglied mit dem Thorax verschmolzen ist. Nur noch die Borste des Basalgliedes, welche selbständig lateral vom Endgliede entspringt, ist übrig geblieben. Auf parallelen Wegen und wohl unabhängig voneinander erreichten *Oithona* und *Cyclops varicans* und *bicolor* diesen Grad der Reduktion.

Bei einem Tier meiner *viridis*-Zucht (8M3A ♂, Fig. 39) fand ich, wie geschildert, eine ähnliche Rudimentation des einen fünften Fußes. Dadurch weist er starke Anklänge an die eben geschilderten Verhältnisse auf; das Endglied des Fußes (das allerdings keinen Anhang trägt) ist unmittelbar dem Thorax angefügt, die Borste des Basalgliedes entspringt isoliert auf einer Erhebung des Körpers. Der zukünftige Verlauf der Phylogenese von *Cyclops* wird voraussichtlich dadurch gekennzeichnet sein, daß die beiden rudimentären Beinpaare sich noch weiter reduzieren. Man wird aber darum noch nicht ohne weiteres jede beliebige, bei diesem oder jenem Exemplar auftretende Reduktion eines der Füße als ein Hinübergreifen in zukünftige stammesgeschichtliche Stadien deuten dürfen. Ich beobachtete eine Anzahl von Minus-Variationen, doch nur eine von diesen (8M3A ♂) liegt meines Erachtens annähernd in der Linie späterer phylogenetischer Entwicklung.

Wie aus allen Untersuchungen über den Entwicklungsgang der Organismenwelt mit immer größerer Deutlichkeit hervorgeht, stehen den einzelnen systematischen Gruppen für ihre Weiterentwicklung niemals unendlich viele Wege offen, vielmehr ist die Zahl der Möglichkeiten eines Fortschrittes wohl stets nur eine beschränkte (näheres siehe meine Arbeit, 1919). Je näher sich die betreffenden Tiere oder Pflanzen systematisch stehen, desto größer ist die Zahl der gemeinsamen Variationen (Zederbauer). Daher vollzieht sich gewissermaßen zwangsläufig bei verwandten Formen die phylogenetische Entwicklung oftmals in parallelen Bahnen. Auf Grund dieser Überlegungen und an Hand des bei 8M3A ♂ erhobenen Befundes vermute ich, daß *Cyclops viridis* bezüglich der Reduktion des fünften Fußpaares etwa den gleichen Weg gehen wird, auf dem *varicans* und *bicolor* bereits ein gutes Stück fortgeschritten ist. Der rechte fünfte Fuß von 8M3A ♂ würde somit vielleicht nicht eine genaue, wohl aber eine annähernde Vorstellung geben können,

wie in zukünftigen Zeiten der fünfte Fuß von *Cyclops viridis* aus-
sehen wird.

Auffallend ist das fast stets asymmetrische Auftreten der Miß-
bildungen am fünften und sechsten Fußpaare meiner Zuchttiere. Die
überzählige Borste erscheint immer nur rechts oder links, das gleiche
gilt fast durchgehend für den behaarten Innenranddorn, der nur in zwei
Fällen gleichzeitig rechts und links ausgebildet ist. Zwei Individuen
(8J6 ♂, 8M10 ♂, Fig. 20 und 21) bildeten beiderseits Minus-Varianten
des fünften Fußes aus. Beim sechsten Fuß fand ich nie Abnormitäten
rechts und links, sondern nur rechts oder links. Eine Bevorzugung
der einen Körperseite durch die Mißbildungen konnte nicht festgestellt
werden.

Die abnormer Weise sich einstellende asymmetrische Ausbildung der
rudimentären Extremität bei *Cyclops* erinnert an die Asymmetrie des
fünften Fußpaares, wie sie zum normalen Artbild der den Cyclopiden
verwandten Centropagiden gehört. Beim ♂ von *Diaptomus* und *Euryte-
mora* ist der rechte, von *Heterocope* der linke fünfte Fuß stärker als
der der anderen Körperseite entwickelt. Bei den Harpacticiden be-
stehen normalerweise keine Unterschiede zwischen rechts und links;
treten jemals Unregelmäßigkeiten in der Beborstung des fünften Fußes
auf, so sind sie im allgemeinen rechts und links gleichmäßig zu finden
(Schmeil). Jedoch macht van Douwe auf einige Fälle unter den Har-
pacticiden aufmerksam, wo sich abnormer Weise zwischen dem rechten
und linken Fuß Unterschiede in der Borstenzahl ergeben. Der Gedanke
liegt nahe, die Asymmetrie der Abnormitäten von *Cyclops viridis* und
die stets asymmetrische Ausbildung des fünften Fußes der ♂ Centro-
pagiden miteinander in Zusammenhang zu bringen. Man könnte an-
nehmen, daß diesen Erscheinungen irgendeine gemeinsame Ursache, etwa
eine weitgehende Autonomie des rechten und linken fünften Fußes bei
den Copepoden und damit eine besondere Veranlagung zu Asymmetrie-
bildungen zugrunde liegt.

Demgegenüber ist aber daran zu erinnern, daß im ganzen Tier-
reiche die Abnormitäten eine Neigung zu asymmetrischem Auftreten be-
sitzen; vergleiche die Hyperdaktylie der Hühner und Säugetiere und
des Menschen (Fackenheim, Cramer, Prentiss, Schwalbe,
Bonnievie u. a.); überall werden Beispiele genannt, in denen die Ab-
normitäten an den Extremitäten nicht beiderseits, sondern entweder
rechts oder links auftreten. Die abnorme Asymmetrie des fünften Fußes
von *Cyclops viridis* und die normale der Centropagiden sind also zwei Er-

scheinungen, für die man nicht ohne weiteres die gleiche Ursache verantwortlich machen darf.

Unentschieden möchte ich die Frage lassen, ob ein Zusammenhang dafür anzunehmen ist, daß bei den Centropagiden die ♀♀ im Gegensatz zu den ♂♂ stets ein symmetrisches fünftes Fußpaar besitzen und daß die ♀ Nachkommen von *Cyclops viridis* 8 ♀ einen abnormen Innenranddorn nie und eine überzählige Borste viel seltener als die ♂♂ besitzen. Asymmetrie ist auch bei den Copepoden als fortgeschrittenes phylogenetisches Stadium zu bewerten. Deshalb tritt vielleicht eine solche bei den ♀♀ seltener auf als bei den höher differenzierten ♂♂. Möglicherweise ist irgendein, im übrigen völlig unbekannter Faktor in den ♀♀ der Copepoden wirksam, der bei den ♀ Centropagiden die Asymmetrie stets unterdrückt und der bei den aus der abnormen Zucht stammenden *viridis*-♀♀ die Ausbildung einer Abnormität meist verhindert, so daß der Prozentsatz abnormer ♀♀ bedeutend geringer ist als der abnormer ♂♂. Das Fehlen derartiger Hemmungen bei den ♂♂ würde bei den Centropagiden die Ausbildung eines asymmetrischen Fußpaares und in der abnormen *viridis*-Familie die höhere Zahl phänotypisch abnormer ♂♂ erklären.

V. Der Verlauf der Zuchtversuche.

Im Abschnitt: Material und Methoden wurde bereits über die Herkunft meiner Zuchtexemplare das Nötige gesagt. Diese entstammen sämtlich ein und demselben Eisatz des ♀ *viridis* 8. Die Nauplien schlüpften am 24. Februar 1919. Der Vater der Tiere ist unbekannt; wahrscheinlich sind die letzteren nicht durchweg Vollgeschwister. Denn da die ♀♀ im allgemeinen von mehreren ♂♂ begattet werden, so ist es wohl ausgeschlossen, daß bei diesem Eisatz der im Receptaculum seminis aufgespeicherte Same nur eines einzigen ♂ zur Befruchtung der Eier Verwendung fand. Man muß also damit rechnen, daß unter den Nachkommen von *viridis* 8 ♀ sowohl Voll- wie Halbgeschwister vorhanden sind.

Als am 3. April die in dem Zuchtglase enthaltenen Tiere zum ersten Male genauer untersucht wurden, fanden sich acht ♂ differenzierte Larven, von denen drei in bezug auf den einen fünften Fuß mit Abnormitäten ausgestattet waren (8A, 8B, 8C, Fig. 24—26, Tabelle I). Dies veranlaßte mich, der betreffenden Zucht weiterhin eine besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Bis zum 9. April wurden weitere 18 normale ♂♂ und 8 normale ♀♀ isoliert, am 14. April: 3 normale ♂♂ und ebensoviele

normale ♀♀, am folgenden Tage das letzte Exemplar: ein normales ♂♂. Insgesamt traten also 30 ♂♂ und 11 ♀♀ auf, ein Geschlechtsverhältnis, welches vom durchschnittlichen erheblich abweicht.

Es liegt eine gewisse Willkürlichkeit darin, daß ich in diesen wie in allen anderen Fällen das Geschlechtsverhältnis gerade bei den Tieren im Stadium der geschlechtlich differenzierten Larve bestimmte. Doch unter den gegebenen Umständen erhielt ich auf diese Weise Zahlen, die von Zufälligkeiten am wenigstens beeinflußt sind. Wäre keine Isolation der Tiere vor Eintritt der Geschlechtsreife nötig gewesen, so hätte eine Bestimmung des Geschlechtsverhältnisses naturgemäß an den erwachsenen Tieren stattgefunden. Ich mußte jedoch die ♂♂ und ♀♀ voneinander trennen, bevor sie voll entwickelt waren, um unkontrollierte Paarungen zu verhindern. Infolge des mit der Isolation verbundenen Wechsels der Lebensbedingungen starb immer ein gewisser Prozentsatz der Tiere, besonders unter den ♀♀. Diese Verluste blieben ohne Bedeutung, wenn ich die Zahl der ♂♂ und ♀♀ bereits bei den geschlechtlich differenzierten Larven feststellte.

Im Falle der Nachkommenschaft von *viridis* 8 ♀ traten die Abnormitäten unter denjenigen Individuen auf, die als erste das Stadium der geschlechtlich differenzierten Larve erreichten, also unter denen, bei welchen sich der Entwicklungsprozeß am raschesten vollzogen hatte. Dieser Punkt erschien mir anfangs als unwichtig. Es wird jedoch weiter unten dargelegt werden, daß das Auftreten der überzähligen Borste bei einem der sich am raschesten entwickelnden Tiere nicht lediglich ein Zufall ist. Ferner zeigte sich bei den Nachkommen von *viridis* 8 ♀, was sich im allgemeinen immer wieder bestätigte, daß das Gros der ♂ differenzierten Larven um einige Tage früher erscheint als das Gros der ♀ Larven. Am 3. April waren nur ♂ differenzierte Larven nachzuweisen, die ersten ♀ Geschlechts zeigten sich sechs Tage später (vergl. außer Tabelle I auch II, III und V). Offenbar benötigen die ♀♀ infolge ihrer Größe eine etwas längere Zeit zur Entwicklung als die ♂♂. Unter den 11 Töchtern von *viridis* 8 ♀ erlangten 10 die Geschlechtsreife; sie wurden mit ihren drei abnormen Brüdern gepaart und zwar mit 8A ♂ die ♀♀ 8E, 8J, 8K, mit 8B ♂ die ♀♀ 8F, 8H, 8L, 8N, mit 8C ♂ die ♀♀ 8D, 3G und 8M. Es war meine Absicht, die ♂♂ auch noch mit anderen ♀♀ als nur mit ihren Schwestern zu paaren. Ich isolierte also aus Fängen von verschiedenen Fundorten der Umgebung Halles ♀ differenzierte Larven, um sie zur Geschlechtsreife zu bringen. Über das Schicksal der einen dieser Kulturen berichtete

ich bereits oben. Von allen anderen ♀ differenzierten Larven wurden 13 Individuen zu geschlechtsreifen ♀♀; ich paarte jedes mit einem der abnormen ♂♂. Aus keiner dieser Paarungen ging jedoch lebende Nachkommenschaft hervor. Offenbar sind die Schädigungen, welche den im letzten Larvenstadium sich entwickelnden Sexualapparat bei der Gefangensetzung treffen, so tiefgehende, daß die Erzeugung einer gesunden Nachkommenschaft unmöglich wird.

Die normalen Kontrollzuchten, welche ich neben der abnormen *viridis*-Familie hielt, verdanke ich 2 ♀♀, die mit Eipaketen am Abdomen versehen, aus einem der Fänge isoliert wurden. In der ersten Generation gedieh die Nachkommenschaft der beiden Tiere (welche *viridis* 17 und 20 genannt wurden) vortrefflich. Es bestand die Absicht, Angehörige dieser normalen Familien mit abnormen Tieren zu kreuzen. Doch wollte ich die beiden normalen Stämme, zunächst durch zwei weitere Generationen, vermittels Inzucht fortführen, bevor ich sie mit den Tieren aus der Familie 8 paarte, um sicher zu sein, daß sie genotypisch völlig normal seien. Leider wurden meine gesamten Zuchten in der dritten Generation fast gleichzeitig von demselben Grade der Unfruchtbarkeit betroffen. Der damals vorgenommene Versuch, in die Familie *viridis* 8 durch Kreuzung mit Tieren aus den Zuchten 17 und 20 frisches Blut hineinzubringen und sie dadurch vor dem Aussterben zu bewahren, scheiterte, weil keine der angesetzten Paarungen lebensfähige Nachkommen ergab. Das gleiche Ergebnis stellte sich ein, als ich versuchte, Tiere aus der Zucht 8 mit solchen, die aus frisch gefangenen Larven gezogen waren, zu paaren.

Worauf das Auftreten der Unfruchtbarkeit im Laufe der Generationen zurückzuführen ist, konnte ich nicht entscheiden; in der freien Natur wurde während der kritischen Zeit (September und Oktober) für *viridis* kein Stillstand in der Fortpflanzung bemerkt. Wahrscheinlich spielt bei meinen Versuchstieren der Umstand eine entscheidende Rolle, daß in der Gefangenschaft auf die Dauer nicht völlig jene Bedingungen hergestellt werden konnten, die für das völlige Wohlbefinden der Tiere notwendig sind. Wie es jedoch Woltereck und seinen Schülern gelungen ist, *Daphnia* auch in kleinen Gläsern durch eine beliebige Anzahl von Generationen zu züchten, so müßte dies für *Cyclops* sich erzielen lassen. Die hierfür notwendigen Bedingungen wurden jedoch von mir bisher nicht erkannt. Als Resultat liegen also die Zuchtergebnisse der *viridis*-Familie 8 aus drei Generationen und daneben diejenigen der Kontrollzuchten vor.

Zeichenerklärung zu den Tabellen:

- r rechts,
 l links,
 b Borste des Basalgliedes verkümmert,
 d Verdoppelung der Apikalborste des fünften Fußes und Verachtfachung der Mittelborste des sechsten Fußes,
 h Hemmungsbildung des fünften Fußes,
 i abnormer Innenranddorn,
 [m] Mittelborste des sechsten Fußes verkümmert oder nicht ausgebildet,
 n normales Individuum,
 ss dorsale Borste des sechsten Fußes in ihrem distalen Ende verdoppelt,
 ü überzählige Borste am Endgliede des fünften Fußes,
 [ü] überzählige Borste rudimentär,
 v ventraler Dorn des sechsten Fußes bei der ♀ differenzierten Larve vergrößert
 vv ventraler Dorn des sechsten Fußes verdoppelt.

Die Zahlen I bis VI bezeichnen das erste bis sechste Gelege.

Tabelle I.

| | | | |
|--------|----------------------------|---------|-------------------|
| • | $? \times 8 \text{ ♀ (n)}$ | | |
| 3. 4.: | 5 ♂ n | 9. 4.: | 18 ♂ n 8 ♀ n |
| | 8 A ♂ (hr) | 14. 4.: | 3 ♂ n 3 ♀ n |
| | 8 B ♂ (ü l) | 15. 4.: | 1 ♂ n |
| | 8 C ♂ (bl) | | |

Tabelle II.

| | | | | | |
|------------------|--|--------|------------------|--|--------|
| P: | $8 A \text{ ♂ (hr)} \times 8 E \text{ ♀ (n)}$ | | F ₁ : | $8 E 9 \text{ ♂ (n)} \times 8 E 10 \text{ ♀ (n)}$ | |
| F ₁ : | I, II: 30. 5.: 8 ♂ n | 18 ♀ n | F ₂ : | 10 ♂ n | 9 ♀ n |
| | 8 E 1 ♂ (ü l) | | F ₁ : | $8 E 11 \text{ ♂ (n)} \times 8 E 12 \text{ ♀ (n)}$ | |
| | 8 E 2 ♂ (ü d l) | | F ₂ : | 7 ♂ n | 6 ♀ n |
| 4. 6.: | 4 ♂ n | 9 ♀ n | P: | $8 A \text{ ♂ (hr)} \times 8 J \text{ ♀ (n)}$ | |
| | 8 E 3 ♂ (ü l) | | F ₁ : | 22./23. 7.: 55 ♂ | 47 ♀ n |
| 13. 6.: | 4 ♂ n | 7 ♀ n | | 8 J 4 ♂ (ü l) | |
| | 8 E 4 ♂ ([m] l) | | | 8 J 5 ♂ (ü r) | |
| VI: | 27. 6.: | 2 ♀ n | | 8 J 6 ♂ (ir l) | |
| III, V: | 14. 7.: 23 ♂ n | 16 ♀ n | | 8 J 8 ♂ (ü r) | |
| | 8 E 14 ♂ (hr) | | 5. 8.: | | 6 ♀ n |
| 25. 7.: | 1 ♂ n | 7 ♀ n | | | |
| | 8 E 15 ♂ (v v l) | | P: | $8 A \text{ ♂ (hr)} \times 8 K \text{ ♀ (n)}$ | |
| F ₁ : | $8 E 2 \text{ ♂ (ü d l)} \times 8 E 8 \text{ ♀ (n)}$ | | F ₁ : | 20 ♂ n | 25 ♀ n |
| F ₂ : | 7 ♂ n | 8 ♀ n | | | |

Tabelle III.

| | | | |
|--|--------|--|--------|
| P: $8B \sigma^{\text{ü}} \times 8F \text{♀} (n)$ | | P: $8B \sigma^{\text{ü}} \times 8L \text{♀} (n)$ | |
| F ₁ : 31. 5./6. 7.: 35 ♂ n | 36 ♀ n | F ₁ : 29. 5.: 10 ♂ n | 1 ♀ n |
| 19. 7.: 24 ♂ n | 19 ♀ n | 18. 7.: 18 ♂ n | |
| 8 F 2 ♂ (ir) | | 8 L 1 ♂ (ir) | 17 ♀ n |
| 19. 9.: 15 ♂ n | 13 ♀ n | 26. 8.: 9 ♂ n | 6 ♀ n |
| 8 F 3 ♂ (ir) | | 8 L 4 ♂ (br) | |
| 21. 9.: 7 ♂ n | 6 ♀ n | P: $8B \sigma^{\text{ü}} \times 8N \text{♀} (n)$ | |
| 8 F 5 ♂ (il) | | F ₁ : I—III: 6. 6.: 13 ♂ | 13 ♀ n |
| 27. 9.: 1 ♂ n | 3 ♀ n | 8 N 1 ♂ (ür) | |
| 3. 10.: 1 ♂ n | 7 ♀ n | 23. 6.: 9 ♂ n | 13 ♀ n |
| P: $8B \sigma^{\text{ü}} \times 8H \text{♀} (n)$ | | 8 N 2 ♂ (ir) | |
| F ₁ : 1 ♂ n | 5 ♀ n | IV, V: 17. 7.: 13 ♂ n | 8 ♀ n |
| | | 8 N 6 ♂ (üür) | |
| | | 8 N 7 ♂ (vvr) | |
| | | 26. 8.: | 2 ♀ n |

Tabelle IV.

| | | |
|---|--------|---------------|
| P: $8C \sigma^{\text{bl}} \times 8D \text{♀} (n)$ | | |
| F ₁ : I—III: 2. 6.: 12 ♂ n | | 7 ♀ n |
| 8 D 1 ♂ ([ü] [m] l) | | 8 D 2 ♀ (ür) |
| 9. 6.: 7 ♂ n | | 5 ♀ n |
| 8 D 4 ♂ (ür) | | 8 D 3 ♀ (ür) |
| 8 D 5 ♂ (ür) | | |
| 17. 6.: 1 ♂ n | | 7 ♀ n |
| 24. 6.: 1 ♂ n | | 8 D 6 ♀ (ül) |
| IV: 24. 6.: 8 D 7 ♂ (ir) | | 3 ♀ n |
| V: 26. 8.: | | 2 ♀ n |
| 4. 9.: 4 ♂ n | | 8 D 8 ♀ (ssr) |
| F ₁ : $8D5 \sigma^{\text{ür}} \times 8D6 \text{♀} (\text{ül})$ | | |
| F ₂ : 26. 7.: 8 D 6 A ♂ ([ü] l) | | |
| 26. 7.: } zusammen 5 ♂ n | 4 ♀ n | |
| 6. 8.: } | | |
| 25. 8.: 6 ♂ n | 11 ♀ n | |
| 1 ♂ (irl) | | |
| F ₂ : $n \sigma^{\text{ür}} \times 8D6B \text{♀} (n)$ | | |
| F ₃ : 1 ♂ n | | 2 ♀ n |
| F ₂ : $n \sigma^{\text{ür}} \times 8D6C \text{♀} (n)$ | | |
| F ₃ : 11 ♂ n | | 12 ♀ n |

Tabelle V.

| | | | |
|--|--------|--|--------|
| P: 8 C ♂ (b l) × 8 G ♀ (n) | | 25. 8.: 26 ♂ n | 25 ♀ n |
| F ₁ : 28. 5.: 9 ♂ n | 5 ♀ n | 2 ♂ (i r) | |
| 10. 6.: 12 ♂ n | 7 ♀ n | 1 ♂ (i l) | |
| 8 G 1 ♂ ([ü] l) | | 1 ♂ (i r l) | |
| 1. 7.: 8 G 3 ♂ (i r) | | 4. 9.: | 1 ♀ n |
| 15. 7.: 21 ♂ n | 13 ♀ n | 15. 10.: | 4 ♀ n |
| 22. 9.: 9 G 7 ♂ (i r) | 9 ♀ n | F ₁ : 8 G 1 ♂ ([ü] l) × 8 G 4 ♀ (n) | |
| F ₁ : 8 G 1 ♂ ([ü] l) × 8 G 2 ♀ (n) | | F ₂ : 6. 8.: 7 ♂ n | 7 ♀ n |
| F ₂ : 30. 7.: 12 ♂ n | 8 ♀ n | 8 G 4 C ♂ (i l) | |
| 8 G 2 A ♂ (i r) | | 26. 8.: 6 ♂ n | 9 ♀ n |
| 1 ♂ (i l) | | F ₁ : 8 G 3 ♂ (i r) × 8 G 5 ♀ (n) | |
| 5. 8.: 4 ♂ n | 1 ♀ n | F ₂ : 10 ♂ n | 28 ♀ n |
| 1 ♂ (i l) | | | |

Tabelle VI.

| | | | |
|---|-----------------|--|-------|
| P: 8 C ♂ (b l) × 8 M ♀ (n) | | F ₁ : 8 M 5 ♂ (n) × 8 M 4 ♀ (n) | |
| F ₁ : 17. 6.: 6 ♂ n | 10 ♀ n | F ₂ : 6 ♂ n | 5 ♀ n |
| 26. 6.: 8 ♂ n | 4 ♀ n | 8 M 4 B ♂ (v v r) | |
| | 8 M 2 ♀ (ü r) | 8 M 4 C ♂ (ü l) | |
| | 8 M 3 ♀ (v r l) | F ₁ : 8 M 7 ♂ (n) × 8 M 6 ♀ (n) | |
| 4. 7.: 8 M 10 ♂ (h r l) | | F ₂ : 8 ♂ n | 6 ♀ n |
| 22. 9.: 20 ♂ n | 21 ♀ n | F ₁ : 8 M 9 ♂ (n) × 8 M 8 ♀ (n) | |
| F ₁ : 8 E 2 ♂ (ü d l) × 8 M 2 ♀ (ü r) | | F ₂ : 5 ♂ n | 3 ♀ n |
| F ₂ : 6 ♂ n | | | |
| F ₁ : 8 M 10 ♂ (h r l) × 8 M 3 ♀ (v r l) | | | |
| F ₂ : 11 ♂ n | 8 ♀ n | | |
| 8 M 3 A ♂ (h r l) | | | |

8 E ♀ produzierte sechsmal Eipakete, nachdem es mit 8 A ♂ gepaart war (Tabelle II). Dieses ♂ zeichnete sich dadurch aus, daß es am rechten fünften Fuß statt des Endgliedes nur ein kleines Rudiment trug (Fig. 24). Die Nachkommen des ersten und zweiten Satzes wurden frühzeitig miteinander in einem Glase vereinigt, ebenso die des dritten und fünften. Aus den Eiern der vierten Ablage entwickelten sich keine Nachkommen, aus denen der sechsten nur zwei normale ♀♀.

Die Nachkommen des ersten und zweiten Satzes wiesen bei der ersten Kontrolle am 30. Mai acht normale und zwei abnorme ♂ Larven auf. Es waren dies 8 E 1 ♂ (mit langer überzähliger Borste links, ähnlich wie Fig. 32 a) und 8 E 2 ♂ (mit überzähliger Borste links, doppelter

Apikalborste und verachtfacher Mittelborste des sechsten Fußes, Fig. 31); außerdem fanden sich 18 normale ♀ Larven. Am 4. Juni wurden weitere vier normale ♂ Larven und eine solche mit einer überzähligen Borste am linken fünften Fuße (8E3 ♂, ähnlich wie Fig. 33a), dazu neun normale ♀ festgestellt. Am 13. Juni konstatierte ich die letzten geschlechtlich differenzierten Larven in diesem Glase: vier normale ♂ Larven und eine ♂ Larve, bei der am rechten sechsten Fuße die mittlere Borste fehlte (8E4 ♂), außerdem sieben normale ♀ Larven.

Am 27. Juni wurden die einzigen Nachkommen aus dem sechsten Satze: zwei ♀ Larven untersucht, die sich als normal erwiesen. Am 14. und 25. Juli kamen die Individuen des dritten und fünften Eisatzes, die zusammen aufwuchsen, zur Untersuchung; der erstgenannte Tag ergab 23 normale ♂ und 16 ♀ Larven, außerdem eine abnorme ♂ Larve (8E14 ♂), welche insofern eine Ähnlichkeit mit ihrem Vater aufweist, als eine Reduktion des rechten fünften Fußes vorliegt, nur daß dieselbe hier bedeutend weiter geht als dort; es ist nicht nur das Endglied, sondern der ganze Fuß stark reduziert (Fig. 38). Am 25. Juli wurden die letzten Individuen aus diesem Zuchtglase entnommen: zwei ♂ Larven, von denen die eine links eine Verdoppelung der ventralen Borste des sechsten Fußes zeigt (Fig. 43) und sieben normale ♀ Larven. Alles in allem hatte 8E ♀ und 46 ♂ und 59 ♀ Nachkommen. Von den ♂ Tieren waren sechs als Abnormitäten anzusprechen: zwei mit überzähliger Borste, eines mit überzähliger Borste und Doppel- resp. Mehrfachbildung am fünften und sechsten Fuße, eines mit reduziertem fünften Fuß, eines mit Hemmungs- und eines mit Doppelbildung am sechsten Fuß. Wie sich später beim Vergleich aller meiner Notizen ergab, treten die Tiere mit überzähliger Borste im allgemeinen unter denjenigen Individuen auf, welche in der gesamten Nachkommenschaft eines ♀ als die ersten isoliert werden, die also den Entwicklungsprozeß am raschesten vollenden (näheres siehe unten). Die anderen Abnormitäten erscheinen dagegen, wie schon bei der Nachkommenschaft von 8E ♀ ersichtlich, durchaus regellos.

Hätte ich die Individuen der verschiedenen Eisätze getrennt voneinander aufgezogen, so ließe sich noch genauer, als dies jetzt geschehen kann, angeben, welchem Paketpaare die einzelnen Mißbildungen angehören. Da ich die Wichtigkeit dieses Punktes erst später erkannte, als die Zuchten bereits am Aussterben waren, so blieben meine Bemühungen vergeblich, neue Versuche anzusetzen, welche in dieser Hinsicht genauer kontrolliert worden wären. Ich muß also die Frage offen lassen, wie sich unter den Nachkommen von 8E ♀ die drei Tiere mit

überzähliger Borste auf den ersten und zweiten Eisatz verteilen. Von den vorhandenen Möglichkeiten soll nur die folgende erörtert werden. Vielleicht traten am 30. Mai und 4. Juni jeweils die ersten geschlechtlich differenzierten Larven des ersten resp. zweiten Eisatzes auf; beide Male befanden sich unter diesen Tieren solche mit überzähliger Borste: im ersteren Falle zwei, im zweiten Falle eines. Warum ich gerade diese Möglichkeit ausführlicher diskutiere, wird sich bei der Besprechung der Nachkommenschaft von 8N ♀ ergeben.

Unter den 46 Söhnen von 8E ♀ war nur ein Individuum, das durch die Reduktion des rechten fünften Fußes dem Vater bis zu einem gewissen Grade glich, zwei ähnelten ihrem Onkel 8B ♀ durch das Vorhandensein einer überzähligen Borste am linken fünften Fuße. Die zwei Individuen, welche am sechsten Fuße Abnormitäten aufwiesen, lehnten sich an kein Vorbild der vorhergehenden Generationen an, ebenso war mit 8E2 ♂ durch die Doppel- resp. Achtfachbildung am fünften resp. sechsten Fuße ein novum gegeben. Diese verschiedenen Arten der Abnormitäten traten ohne Regel teils an der rechten, teils an der linken Körperseite auf. Die ♀ Nachkommen glichen sämtlich der Mutter dadurch, daß sie normal waren.

Der Prozentsatz der Abnormitäten (13^{0/100}) unter den ♂♂ ist in diesem Falle zu hoch, als daß man an ein zufälliges Vorkommen denken könnte. Andererseits ist derselbe zu niedrig, als daß eine mendelistische Deutung möglich wäre, selbst wenn man sich vorstellt, daß alle Abnormitäten durch das gleiche Gen verursacht worden sind.

Außer mit 8E ♀ wurde 8A ♂ mit 8J ♀ und 8K ♀ gepaart. Die Nachkommen von 8J ♀ (Tabelle II) entwickelten sich fast alle gleichzeitig zu geschlechtlich differenzierten Larven, so daß ich am 22. und 23. Juli im ganzen 55 normale ♂ Larven und 47 normale ♀ Larven notieren konnte. Außerdem wurden 3 ♂♂ mit überzähliger Borste, von denen das eine (8J4 ♂, Fig. 35) dieselbe am linken, die beiden anderen (8J5 ♂, Fig. 36, und 8J8 ♂, ähnlich wie Fig. 32a) dieselbe am rechten fünften Fuße trugen, und 1 ♂ mit jederseits abnorm gekrümmtem Innenranddorn festgestellt (8J6 ♂, Fig. 21). Am 5. August fanden sich weitere sechs normale ♀ Larven. Nicht eingerechnet sind hier jene Individuen, welche auf dem vorletzten Larvenstadium zu Regenerationsversuchen verwendet wurden. 8K ♀ hatte nur normale Nachkommen; 20 Söhne und 25 Töchter (Tabelle II).

8B ♂ (Fig. 25), ausgestattet mit einer überzähligen Borste am linken fünften Fuße, wurde mit vier seiner Schwestern gepaart. Die

erste von diesen, 8F ♀, hatte 86 Söhne und 84 Töchter (Tabelle III). Die Entwicklung der einzelnen Tiere verlief so verschieden rasch, daß sich der Übertritt in das letzte Larvenstadium bei dem ersten am 31. Mai, bei den letzten am 3. Oktober vollzog. Als Abnormitäten fanden sich 3 ♂♂. 8F2 ♂, isoliert am 19. Juli, zeigt rechts einen behaarten Innenranddorn (Fig. 18); auffallend war die hammerartige Form der dorsalen Borste des linken sechsten Fußes bei der ♂ differenzierten Larve (Fig. 45). Diese Bildung machte nach der letzten Häutung einer völlig normalen Borste Platz. 8F3 ♂, untersucht am 19. September, besitzt ebenfalls rechts einen behaarten Innenranddorn. 8F5 ♂ am 21. September als ♂ differenzierte Larve festgestellt, besitzt links einen plumpen abnormen Innenranddorn (Fig. 23); das Tier starb, ohne Geschlechtsreife zu erlangen.

8H ♀, das zweite der mit 8B ♂ gepaarten Tiere, hat nur einen Sohn und fünf Töchter aufzuweisen, die das Stadium der geschlechtlich differenzierten Larve erreichten (Tabelle III). Sie waren alle normal. 8L ♀ besaß 39 lebende Söhne und 24 Töchter (Tabelle III). Von diesen zeigt 8L1 ♂ rechts einen behaarten Innenranddorn. Die dorsale Borste des linken sechsten Fußes war bei 8L3 vor der letzten Häutung hakig gebogen (Fig. 46), nach derselben normal. Bei 8L4 ♂ zeigt sich die Borste des rechten Basalgliedes verkrüppelt (Fig. 40); da dieses ♂ eines der wenigen Tiere ist, die trotz regelmäßiger Kontrolle der Zuchtgläser als geschlechtlich differenzierte Larve übersehen und erst nach der letzten Häutung bemerkt wurde, so kann ich nicht angeben, ob diese Mißbildung bereits auf früherem Stadium vorhanden war oder sich erst im letzten einstellte.

8N ♀ produzierte fünfmal Eipakete (Tabelle III). Die ersten drei Eisätze wurden in einem Zuchtglase miteinander vereinigt, ebenso die beiden letzten. Die Untersuchung der ersteren ergab am 6. Juni: 13 normale ♂ Larven, ebensoviele ♀ differenzierte Larven und 1 ♂ Larve mit einer überzähligen Borste rechts (vom Typ der breiten gezähnten). Bis zum 23. Juni fanden sich in diesem Glase weitere 10 ♂ differenzierte Larven, von denen eine rechts einen behaarten Innenranddorn aufwies (Fig. 19), sowie 13 normale ♀ Larven. Die aus dem vierten und fünften Eisatz stammenden Tiere erreichten bis auf zwei Ausnahmen am 17. Juli das letzte Larvenstadium, es waren 15 ♂♂ und 8 ♀♀. Unter den ♂♂ befanden sich zwei Abnormitäten: 8N6 ♂ mit verdoppelter überzähliger Borste am rechten fünften Fuße (Fig. 37) und 8N7 ♂ (Fig. 43) mit verdoppelter ventraler Borste des rechten sechsten

Fußes. Als Nachzügler wurden zwei weitere normale ♀ Larven am 26. August festgestellt.

Die Paarung des durch überzählige Borste links ausgezeichneten 8B ♂ mit 8F ♀ und 8L ♀ ergab also im ganzen vier abnorme Innenranddorne, d. h. Mißbildungen, die in der Familie *viridis* 8 bisher noch nicht aufgetreten waren. Vielleicht darf man die Verbildung der Borste des Basalgliedes bei 8 L4 ♂ (Fig. 40) als Anklang an die entsprechende Borste von 8 C ♂ (Fig. 26) auffassen. Nur unter den Söhnen von 8 N ♀ sind 2 ♂♂ aufzufinden, die dadurch an ihren Vater 8 B ♂ erinnern, daß das eine eine einfache, das andere eine verdoppelte überzählige Borste aufweist. Daneben ist ein Exemplar mit abnormem Innenranddorn und eines mit verdoppeltem ventralen Dorn des 6. Fußes erwähnenswert.

8 C ♂ (Fig. 26), dessen Borste des linken Basalgliedes meine Aufmerksamkeit erregt hatte, wurde mit drei seiner Schwestern gepaart. 8 D ♀ gelangte 5mal zur Eiablage (Tabelle IV). Der 4. und 5. Eisatz wurde jeder für sich aufgezogen, die drei ersten vereinigte ich frühzeitig miteinander. Dadurch ist es nicht möglich, festzustellen, welchem Eipaketpaare die Individuen mit überzähliger Borste, die sich in dem betreffenden Zuchtglase einstellten, angehören; immerhin läßt sich soviel angeben, daß sich dieselben nicht unter den sich am langsamsten entwickelnden Individuen befanden. Wären alle Würfe getrennt aufgezogen worden, so hätte sich vielleicht gezeigt, daß in jedem die durch eine überzählige Borste ausgezeichneten Exemplare sich unter den am schnellsten sich entwickelnden Tieren befänden. Bei der bestehenden Vermengung der drei Würfe läßt sich etwas Derartiges nur mehr vermutungsweise aussprechen.

Die ersten geschlechtlich differenzierten Nachkommen von 8 D ♀ wurden am 2. Juni festgestellt und zwar 12 normale ♂♂ und 7 normale ♀♀ (Tabelle IV). Außerdem fand sich 1 ♂ Larve (8 D1, Fig. 28) mit rudimentärer überzähliger Borste und verkümmertem Mittelborste des linken 6. Fußes sowie 1 ♀ Larve (8 D2) mit überzähliger Borste am rechten 5. Fuße. Am 9. Juni traten neben 7 normalen ♂ und 5 normalen ♀ Larven 3 mit überzähliger Borste am rechten 5. Fuße versehene Larven auf: und zwar 2 ♂ und 1 ♀. Der 17. und 24. Juni ergab nur mehr je 1 normales ♂. Da sich die ♀♀ durchschnittlich etwas langsamer entwickeln als die ♂♂, so ist es erklärlich, daß sich am erstgenannten Tage noch 8 ♀ Larven zeigten, darunter eine solche, die am linken 5. Fuße mit einer überzähligen Borste versehen war. Am

24. Juni stellten sich außer der bereits genannten 1 normalen ♂ noch 3 normale ♀ Larven ein. Am gleichen Tage wurde als Ergebnis des 4. Eisatzes konstatiert: 1 ♂ Larve mit rechtem behaarten Innenranddorn und 2 normale ♀ Larven. Nicht viel zahlreicher ist die Nachkommenschaft des 5. Wurfes: Am 26. August fand ich 1 ♀ Larve, deren dorsale Borste des rechten 6. Fußes am distalen Ende gespalten war (Fig. 51) und am 4. September 4 normale ♂ Larven. Außer bei 8 D 1 ♂, wo die überzählige Borste nur rudimentär entwickelt ist, zeigt dieselbe bei den Nachkommen von 8 D ♀ stets den gleichen Typ; sie ist schwertförmig und gezähnt, gleichgültig, ob sie einem ♂ oder ♀ und der rechten oder linken Körperseite angehört.

Die Nachkommenschaft von 8 G ♀ (Tabelle V), die fünf Würfen entstammt, wurde leider in meinen Notizen recht summarisch behandelt; immerhin ist ersichtlich, daß die einzige ♂ Larve, welche eine überzählige Borste trägt, und zwar eine solche als Rudiment auf der linken Seite, in der Zahl der ersten 22 ♂ Nachkommen auftritt. Unter den später entwickelten 23 ♂ Individuen finden sich zwei Tiere, die rechts einen abnormen Innenranddorn aufweisen: 8 G 3 ♂ besitzt einen solchen mit zerklüfteter Spitze (Fig. 22), 8 G 7 ♂ einen fein behaarten Innenranddorn. Bei den 34 Töchtern sind keine Abnormitäten vorhanden.

Auch bezüglich der Nachkommen von 8 M ♀ (Tabelle VI), für welche keine sehr eingehenden Angaben vorliegen, geht wenigstens soviel aus den Aufzeichnungen hervor, daß das eine mit einer überzähligen Borste ausgestattete Tier (in diesem Falle handelt es sich um ein ♀, nämlich 8 M 2) unter den ersten 16 seiner Schwestern nachgewiesen werden konnte, während von den 21 später das letzte Larvenstadium erreichenden ♀ Individuen keines Träger einer Abnormität war. Gleichzeitig mit 8 M 2 ♀ wurde die ♀ Larve 8 M 3 gefunden, bei der beiderseits der ventrale Dorn des 6. Fußes vergrößert war (Fig. 48). Wie bereits mitgeteilt, verschwand diese Abweichung mit der letzten Häutung wieder vollständig, so daß ich mich für berechtigt halte, das betreffende Tier nicht den eigentlichen Abnormitäten zuzurechnen. Unter den 35 Brüdern von 8 M 2 ♀ ist eine einzige Mißbildung vorhanden, eine Minus-Variation, die dadurch zustande kommt, daß Endglied und Innenranddorn der beiden 5. Füße stark verschmälert sind (8 M 10 ♂, Fig. 20). Nicht eingerechnet sind hier jene Individuen, welche auf dem vorletzten Larvenstadium zu Regenerationsversuchen verwendet wurden.

8 M ♀ und 8 D ♀ erweisen sich also als die einzigen Mütter, welche abnorme Töchter und zwar solche mit überzähliger Borste auf-

zuweisen haben. Unter den Nachkommen von 8 D ♀ traten 3 ♂♂ und 3 ♀♀ mit überzähliger Borste auf, unter denjenigen von 8 M ♀ ist das einzige Individuum mit der genannten Abnormität 1 ♀. Zählt man alle Träger überzähliger Borsten in dieser Generation zusammen, so ergeben sich 12 ♂♂ und 4 ♀♀. Von weiteren Abnormitäten des 5. und 6. Fußes sind befallen 15 ♂♂ (abgesehen von 8 E2 ♂ und 8 D1 ♂, welche mit einer überzähligen Borste und einer Abnormität des 6. Fußes gleichzeitig behaftet sind). Diese Abnormitäten stellen sich dar als Hemmungsbildungen des 5. Fußes, als verdoppelte ventrale und als fehlende Mittelborste des 6. Fußes, in einem Falle als Mißbildung der Basalgliedborste; sodann in der Mehrzahl der Fälle als abnorme Innenranddorne. Von allen letztgenannten Mißbildungen sind die ♀♀ durchgehends verschont geblieben. Nur zwei zweifelhafte Fälle konnten unter den ♀ Exemplaren festgestellt werden, bei denen eine Abweichung vom Normalen vorliegt; der eine betrifft 8 D8 ♀, bei welchem rechts eine teilweise verdoppelte dorsale Borste des 6. Fußes vorhanden ist, und 8 M3 ♀, bei dem vorübergehend, nämlich im Stadium der geschlechtlich differenzierten Larve, der ventrale Dorn des 6. Fußes von ungewöhnlicher Länge war.

Bei Fortführung der Zuchten in der folgenden Generation wollte ich versuchen, ob es möglich sei, den Prozentsatz abnormer Tiere, insbesondere solcher mit überzähliger Borste, dadurch zu heben, daß ich ♂♂ und ♀♀, die mit einer solchen Abnormität behaftet waren, untereinander paarte. Von vornherein konnte man zweifelhaft sein, ob dieser Versuch gelingen würde, da die Zahl der Abnormitäten in den beiden vorhergehenden Generationen so gering war, daß die erbliche Übertragung nicht nach den einfachen Mendelschen Regeln erfolgt sein konnte. Weitere Versuche sollten dahin gehen, experimentell durch Veränderung der „Lebenslage“ eine Erhöhung der Zahl abnormer Nachkommen herbeizuführen, in ähnlicher Weise, wie dies die Botaniker bei pflanzlichen „Zwischenrassen“ erreichten. Auf zoologischem Gebiete liegen Versuche von Woltereek vor, welcher bei *Daphnia* durch einen Temperatursturz das Auftreten eines Atavismus herbeiführen konnte. Wenn er die Mutter, kurz bevor die Eier in den Brutraum übertreten, aus Wasser von 25° C in solches von 12° versetzte, so bildete ein hoher Prozentsatz ihrer Kinder ein regressives Merkmal, nämlich Scheitelzähnen, aus.

Neben einer größeren Anzahl normaler ♀♀ standen mir für die Weiterzucht 4 ♀♀ mit überzähliger Borste zur Verfügung. Diese letzteren

wurden sämtlich mit ♂♂ gepaart, welche sich durch ebendieselbe Abnormität auszeichneten. Zwei Möglichkeiten waren hierfür vorhanden, nämlich Tiere zu paaren, die die Mißbildung auf der gleichen Seite, und solche, die dieselbe auf verschiedenen Seiten trugen. Beide Arten des Versuches fanden statt. Leider wurden zwei der abnormen ♀♀ Opfer meiner Lebenslageversuche und unter diesen gerade dasjenige, welches durch ein ♂ belegt worden war, das die überzählige Borste auf der gleichen Seite trug wie dieses ♀.

Ich richtete die letztgenannten Versuche in der Weise ein, daß die jungen geschlechtsreifen ♂♂ und ♀♀, wenn ich sie einige Tage nach der letzten Häutung zum Zwecke der Paarung in einem Glase vereinte, dabei unvermittelt in eine veränderte Lebenslage versetzt wurden. Dieselbe unterschied sich von dem gewöhnlichen Milieu entweder durch die Nahrungsmenge oder durch die Temperatur. Die erstere wurde auf die Weise reichlicher geboten, daß ich das Infusorienwasser nicht nur in einigen Tropfen, sondern bis zu $\frac{1}{6}$ der Gesamtmenge dem Wasser zusetzte. Ein Temperatursturz wurde herbeigeführt, indem die Tiere aus Wasser von 22° C in solches von 15° überführt wurden.

Während der der letzten Häutung folgenden Tage zeigten sich die Tiere ganz besonders empfindlich, und zwar die ♀♀ in noch höherem Maße als die ♂♂. Denn bei letzteren sind um diese Zeit die Geschlechtsprodukte bereits vollständig entwickelt, bei ersteren befindet sich dagegen der erste Eisatz im Wachstum begriffen. Eine Folge dieser Empfindlichkeit war, daß zwei der mit überzähliger Borste ausgestatteten ♀♀, wie auch einige normal gestaltete, dazu eine Anzahl abnormer und normaler ♂♂ bei derartigen Lebenslageversuchen zu Grunde gingen. Angesichts der Beschränktheit meines Materials sah ich deshalb davon ab, die letzteren Versuche fortzuführen.

Lebende Nachkommenschaft erzielte ich von folgenden Tieren: 8E2 ♂ (ausgezeichnet am linken fünften Fuß durch eine überzählige Borste und eine Verdoppelung der Apikalborste und am linken sechsten Fuße durch eine Verachtfachung der Mittelborste), wurde gepaart mit seiner normalen Schwester 8E8 ♀ (Tabelle II) und dem ♀ 8M2 (Tabelle VI), welches letzteres an der rechten Körperseite eine überzählige Borste trug. Als Nachkommen des erstgenannten ♀ traten sieben Söhne und acht Töchter, als solche des letztgenannten sechs Söhne auf. Hier macht sich jene bereits eingangs besprochene Unfruchtbarkeit geltend, welche alle Zuchten gleichmäßig ergriff, und die meine Kulturen schließlich zum Aussterben brachte. Weiterreichende Folgerungen lassen sich aus diesen beiden

Fällen angesichts der beschränkten Nachkommenzahl nicht ziehen; immerhin scheint es bemerkenswert, daß nicht nur im ersten, sondern auch im zweiten Falle, in welchem beide Eltern mißbildet waren, alle Nachkommen sich als normal erwiesen.

Unter den Nachkommen von 8E ♀ wurden außer 8E2 ♂ noch die normalen Tiere 8E9 ♂ und 8E10 ♀, sowie 8E11 ♂ und 8E12 ♀ miteinander zur Kopulation gebracht (Tabelle II). Diese Paarungen ergaben nur normale Tiere, nämlich 10 ♂♂ und 9 ♀♀, resp. 7 ♂♂ und 6 ♀♀.

Von den Paarungen zwischen Tieren mit überzähliger Borste ergab außer der oben besprochenen noch eine zweite Nachkommen, nämlich diejenige zwischen den Vollgeschwistern 8D5 ♂ und 8D6 ♀ (Tabelle IV). Das ♂ trug die überzählige Borste rechts, das ♀ links. Das Ergebnis war folgendes: Am 26. 7. wurde eine Larve mit überzähliger Borste links isoliert, welche drei Tage darauf starb, ohne Geschlechtsreife erlangt zu haben. Außer ihr waren noch einige normale ♂ Larven vorhanden, deren Zahl ich jetzt nicht mehr feststellen kann. Groß kann dieselbe aber deshalb nicht gewesen sein, weil am 6. 8. insgesamt erst fünf normale ♂ Exemplare vorhanden waren. An diesem Tage stellten sich die ersten ♀ Larven ein: vier normale Tiere. Am 25. 8. wurden weitere geschlechtlich differenzierte Larven konstatiert: 11 normale ♀♀ und 7 ♂♂: unter den letzteren trug ein Exemplar beiderseits am fünften Fuße einen behaarten Innenranddorn. Das Ergebnis dieser letztbesprochenen Paarung war also: 13 Söhne und 15 Töchter; unter denselben fanden sich zwei abnorme ♂♂, eines trug eine überzählige Borste, das andere jederseits einen behaarten Innenranddorn.

8G1 ♂, links mit einer rudimentären überzähligen Borste behaftet (Fig. 29) wurde gepaart mit seinen beiden normalen Schwestern 8G2 ♀ und 8G4 ♀ (Tabelle V). Dem ersteren ♀ entstammen 50 ♂♂ und 39 ♀♀. Unter den ♂♂ sind mit abnormen Innenranddornen ausgestattet: auf der rechten Körperseite drei, auf der linken drei und auf beiden Seiten eins. Weitere Abnormitäten wurden nicht bemerkt. Von 8G4 ♀ ließen sich 14 ♂♂ erzielen, davon trägt eines links einen infolge seiner Größe als abnorm anzusprechenden Innenranddorn. Die 16 ♀ Nachkommen waren alle normal.

8G3 ♂ (Fig. 22), mit abnormem rechten Innenranddorn, wurde mit einer seiner normalen Schwestern gepaart: das Ergebnis waren 10 normale ♂♂ und 28 ebensolche ♀♀ (Tabelle V).

8M10 ♂ (Fig. 20), dessen beiden fünften Füße durch ihre Versmälnerung eine Minusvariation darstellen, paarte ich mit 8M3 ♀, bei

welchem im Stadium der geschlechtlich differenzierten Larve die beiden ventralen Dorne des sechsten Fußes vergrößert waren (Tabelle VI). Die Nachkommenschaft setzte sich aus 12 ♂♂ und 8 ♀♀ zusammen; unter diesen ist 1 ♂ wiederum eine Minusvariation, indem der fünfte Fuß links völlig fehlt und rechts bis auf geringe Reste reduziert ist. Ob hier eine engere Verknüpfung zwischen der Mißbildung bei Vater und Sohn vorliegt oder ob es richtiger ist, von einer fakultativ-identischen Vererbung zu sprechen, soll später erörtert werden. Im letzteren Falle wäre ein „Zufall“ nicht darin zu sehen, daß beim Sohne überhaupt eine Mißbildung auftrat, sondern darin, daß dieselbe bei Vater und Sohn ungefähr in der gleichen Richtung gelegen ist.

Unter der Schar der Geschwister von 8M10 ♂ und 8M3 ♀ wurden drei normale Paare gebildet (Tabelle VI). Die Nachkommenschaft zweier der in Frage kommenden ♀♀, 8M6 und 8M8, sei nur kurz erwähnt: sie bestand aus 8 ♂♂ und 6 ♀♀ resp. 5 ♂♂ und 3 ♀♀; alle diese Tiere waren normal. Das dritte ♀: 8M4 hatte acht Söhne und fünf Töchter; unter den ersteren befanden sich zwei abnorme Exemplare: eines mit einem verdoppelten Ventraldorn des rechten sechsten Fußes (8M4B ♂) und eines mit einer überzähligen Borste am linken fünften Fuße (8M4C ♂, Fig. 32a und b). Diese Borste ist insofern bemerkenswert, als sie bei der Larve hammerförmige Gestalt besaß. Beim Geschlechtstier stellte sie sich als wohlgestaltete typische überzählige Borste dar. Über das zeitliche Auftreten der beiden durch Mißbildungen ausgezeichneten Tiere ist aus meinen Notizen nichts ersichtlich.

Dieselben erfordern deshalb besonderes Interesse, weil ihre beiden Elterntiere phänotypisch normal waren. Von den Großeltern (8C ♂ und 8M ♀), welche infolge der in F₁ vorgenommenen Geschwisterpaarung nur durch zwei Individuen repräsentiert werden, war das ♀ normal, das ♂ zeigte eine Abnormität der Borste des Basalgliedes. Wollen wir diese Tatsachen vom mendelistischen Standpunkte aus deuten, so hätten wir (unter der Voraussetzung, daß alle Mißbildungen des fünften und sechsten Fußes durch ein und dasselbe Gen verursacht werden) anzunehmen, die Abnormität des fünften und sechsten Fußes sei ein rezessives Merkmal. 8C ♂ und 8M ♀ wären beide homozygot und zwar wäre das ♂ RR, das ♀ DD. Die genotypische Zusammensetzung der F₁-Generation ist dann DR; phänotypisch sind die Tiere in der Mehrzahl normal; für diejenigen Exemplare, welche eine Ausnahme bilden, wäre ein Dominanzwechsel anzunehmen. Nach Paarung der phänotypisch normalen F₁-Tiere (DR × DR) muß in der F₂-Generation eine Auf-

spaltung erfolgen. In den beiden abnormen ♂♂ 8M4B und 8M4C hätte man R R-Tiere, in den normalen ♂♂ D R- und D D-Tiere zu erblicken.

Die hier vorgetragene, an sich schon etwas gezwungen erscheinende Auslegung läßt sich mit den aus anderen Paarungen erzielten Resultaten in keinen Einklang bringen. Wäre die Abnormität der rudimentären Füße ein rezessives Merkmal, so dürften bei der Paarung zweier abnormer Tiere nur abnorme Nachkommen entstehen. Wir sahen aber, daß aus der Paarung 8E2 ♂ × 8M2 ♀ nur normale Tiere und aus derjenigen von 8D5 ♂ × 8D6 ♀ mit Ausnahme zweier ♂ Individuen ebenfalls nur normale Tiere hervorgingen. Zur Deutung derartiger unregelmäßiger Vererbungserscheinungen wird von manchen Autoren der Begriff des „Dominanzwechsels“ herangezogen. Meines Erachtens ist aber — für den vorliegenden Fall wenigstens — durch diesen Terminus noch nichts erklärt, sondern nur die beobachtete Tatsache mit anderen Worten ausgedrückt.

12 Paarungen der F₁-Generation ergaben also lebensfähige Nachkommen, wenn auch nicht alle in befriedigender Zahl. Es war eine erheblich größere Anzahl von Paarungen angesetzt worden, diese blieben jedoch unfruchtbar. Von 10 ♀♀ der P-Generation erzielte ich 399 Larven und 385 ♀ Larven, von 12 ♀♀ der F₁-Generation dagegen nur noch 150 und 143 Individuen. Um zu verhüten, daß meine Kulturen vollends ausstarben, wurden unter den F₂-Tieren über 60 Paarungen angesetzt. Jedoch nur zwei derselben führten zur Erzeugung lebender Nachkommen (Tabelle IV). 8D6C ♀, ein normales Tier, das mit einem normalen ♂ gepaart wurde, hatte 11 normale Söhne und 12 ebensolche Töchter. 8D6B ♀, ebenfalls normal, produzierte nach Paarung mit einem normalen ♂ einen normalen Sohn und zwei normale Töchter. Diese 12 normalen ♂♂ und 14 normalen ♀♀ stellen die gesamte F₃-Generation dar, die ich erzielen konnte. Angesichts dieses Ergebnisses unterließ ich weitere Versuche, die Kulturen fortzuführen.

Ein Blick ist noch zu werfen auf die Kontrollzuchten. Dieselben stammen von den beiden normalen ♀♀ *viridis* 17 und 20 ab; diese Stämme wurden nur durch Geschwisterpaarung fortgepflanzt. In der P-Generation ergab sich das Geschlechtsverhältnis 75 ♂♂ : 51 ♀♀, in der F₁-Generation 550 : 528 aus 7, in der F₂-Generation 87 : 88 aus 9 Paarungen. Eine F₃-Generation war nicht vertreten. Also auch hier die gleiche Erscheinung einer progressiven Unfruchtbarkeit, welche in diesem Falle eine F₃-Generation überhaupt nicht aufkommen ließ.

Bei Betrachtung der gesamten Zahlen ergibt sich, daß das Geschlechtsverhältnis der von mir gezogenen Individuen von *Cyclops viridis* fast 1:1 beträgt. Ein unbedeutendes Plus an ♂♂, welches fast in jeder Geschwisterschaft vorhanden ist, verleiht den letzteren ein geringes zahlenmäßiges Übergewicht den ♀♀ gegenüber. Auf eine Erörterung der Frage, wie diese Erscheinung zustande kommt, muß ich hier verzichten; vielleicht ist die Sterblichkeit der ♀♀ während der Entwicklung ein wenig höher als die der ♂♂. Im übrigen verweise ich bezüglich der Faktoren, welche das Geschlechtsverhältnis zu beeinflussen imstande sind, auf Correns.

Außer den Individuen der Kontrollzuchten wurden etwa 500 Exemplare, teils ♂, teils ♀ Geschlechts, aus der Umgebung Halles auf die Beschaffenheit des fünften und sechsten Fußes untersucht. Alle Untersuchungen an Kontrolltieren wie an Wildfängen förderten nur normale Exemplare zutage; denn in dem bloßen Fehlen einer Borste wurde nicht schon eine Abnormität gesehen, wofern sich aus der Beschaffenheit der Ansatzstelle schließen ließ, daß sie nur mechanisch entfernt war. In einigen Fällen zeigten Borsten jene knotigen Verdickungen, deren gelegentliches Vorkommen in der Familie *viridis* 8 bereits beschrieben wurde. Ich fasse dieselben deshalb, weil sie überall einmal auftreten können, und nicht, wie die übrigen Abnormitäten, an eine bestimmte Familie gebunden sind, nur als „Modifikationen“ und nicht als durch eine abnorme genotypische Veranlagung hervorgerufen auf.

VI. Deutung der Befunde.

Im vorigen Abschnitt wurde bereits darauf hingewiesen, daß eine Deutung meiner Befunde nach den Mendelschen Regeln nicht ohne weiteres zulässig erscheint. Innerhalb der von *viridis* 8 ♀ abstammenden Familie blieb die Prozentzahl abnormer Individuen gleichmäßig niedrig, einerlei, ob von den Elterntieren der in Betracht gezogenen Nachkommenschaft das eine Individuum normal und das andere abnorm, beide abnorm oder beide normal waren.

Blicken wir uns nach Formen um, bei denen ähnliche Vererbungserscheinungen zutage treten, so finden wir in der Botanik eine Anzahl Beispiele, in denen sich die Zahl der „Erben“ weder durch positive Selektion wesentlich erhöhen noch durch negative erheblich verringern läßt. Es sei an die „beständig umschlagenden Sippen“ („ever sporting varieties“) und an die Zwischenrassen von de Vries erinnert. Das Haupt-

merkmal aller Zwischenrassen ist, daß sie auch bei der Selbstbefruchtung nie völlig rein züchten, selbst nicht bei Selektion durch viele Generationen; zu ihnen gehören viele Rassen, die durch das regelmäßige Auftreten von Monstrositäten ausgezeichnet sind. Sie werden in Halb-
rassen (= den Schwachrassen Plates) und Mittelrassen eingeteilt, je nachdem der Prozentsatz der Erben nur gering oder beträchtlich ist. Die Zahl der letzteren kann innerhalb gewisser Grenzen schwanken; es läßt sich jedoch nie eine Halbbrasse in eine Mittelrasse überführen und umgekehrt. Ebenso ist es unmöglich, experimentell eine Normalrasse in eine Zwischenrasse zu verwandeln.

Strittig erscheint es, welches die Ursachen der Schwankungen in der Zahl der Erben sind, ob innere oder äußere. de Vries ist der Ansicht, je kräftiger die betreffende Rasse genährt werde, desto mehr sei sie zur Ausbildung von Anomalien geneigt. Es muß jedoch von vornherein genotypisch die Anlage zu einer Monstrosität in der betreffenden Rasse darin stecken; denn auch die günstigsten Lebensbedingungen können nicht etwas hervorbringen, das nicht bereits in der Anlage vorhanden ist. Die üppige Ernährung wirkt auf das Auftreten der Mißbildung nicht als verursachender, sondern als auslösender Faktor (Goebel). Andere Autoren bezeugen de Vries gegenüber, daß eine schlechte Lebenslage bei Zwischenrassen die Zahl der Abnormitäten erhöhe (Vöchting u. a.). Es scheint, als ob in diesem Punkte artliche Verschiedenheiten bestehen. Klebs spricht sich dahin aus, daß die Variabilität weniger von günstigen und ungünstigen als von gleichmäßigen und ungleichmäßigen Bedingungen abhängt. Lehmann zeigt, daß die Zahl der vererbten Anomalien nicht einfach der Ausdruck einer stärkeren oder schwächeren Ernährung ist, sondern daß auch innere Faktoren entscheidend mitspielen. (Sehr übersichtlich hat Lehmann das Für und Wider dieser Fragen zusammengestellt.)

Bemerkenswert erscheint mir die Periodizität, welcher die Pflanzen während ihres individuellen Lebens bezüglich der Ausbildung von Anomalien (z. B. an den Blättern, Blüten usw.) unterworfen sind. Als ein Fall unter vielen sei der von Heinricher mitgeteilte herausgegriffen. Er fand mehrere Exemplare einer *Iris*, bei welchen eine Anzahl Blüten die für die theoretischen Ahnen der Irideen geforderte Form aufwies. Durch Selektion ließ sich dieser Atavismus bei den Nachkommen nicht fixieren. Während der Blüteperiode konnte ein Anschwellen und Nachlassen der Prozentzahl atavistischer Blüten bei jeder einzelnen Pflanze festgestellt werden: anfangs erschien der Atavismus

nur angedeutet, normale Blüten waren reichlich vorhanden; in der Mitte der Blütezeit überwog die Zahl atavistischer Blüten; gegen Ende derselben traten die letzteren wieder in den Hintergrund. Heinricher erklärt diese Periodizität damit, daß die atavistischen Blüten zu ihrer Ausbildung mehr Nahrung brauchen als normale, da sie durch einen inneren Staubblattkreis und unter Umständen durch Bartbildung ausgezeichnet sind. Im Frühjahr und Herbst arbeitet die Pflanze in Bezug auf ihren Stoffwechsel träger als im Sommer, weshalb die Plusvariationen der Blüten hauptsächlich nur im letzteren ausgebildet würden. Eine ähnliche Deutungsweise liegt für eine ganze Reihe periodisch auftretender Anomalien bei Pflanzen vor (de Vries); Lehmann allerdings macht auf Grund seiner Befunde für diese Periodizität kompliziertere Ursachen als nur die während der Entwicklung des Individuums sich vollziehenden Veränderungen der Ernährungsverhältnisse verantwortlich.

Bei der Mehrzahl der Zoologen hat der Begriff der Zwischenrasse bisher keinen rechten Anklang gefunden. Als typisches Beispiel einer Mittelrasse erscheinen mir die von Kuttner beschriebenen *Daphnia*-Klone, bei welchen ein Teil der Individuen normal ist, während der andere neben sonstigen Defekten eine abnorme Beborstung der Ruderantennen aufweist. Die Abnormität variiert individuell und — insbesondere bei Regeneration — intraindividuell. Kuttner erklärt die Anomalien nicht durch starre Gene. Die Verfasserin nimmt vielmehr an, daß in den betreffenden Stämmen eine erbliche Störung der „Reaktionsnorm“ (Woltereck) vorliegt. Diese letztere wäre in der Weise abgeändert, daß die Organanlagen schon auf geringe Reize durch qualitative und quantitative Abweichungen in ihrer Ausbildung antworten. Irgendwo in der Aszendenz der betreffenden Tiere muß also meines Erachtens eine mutative Abänderung des zuständigen Gens aufgetreten sein. Diese Mutation tut sich darin kund, daß die betreffenden Organe bald in dieser, bald in jener Ausgestaltung erscheinen, was darauf zurückzuführen ist, daß ihre Anlagen während der „sensiblen Periode“ gegenüber inneren und äußeren Einflüssen weniger widerstandsfähig sind als bei normalen Tieren.

Wie Mutationen entstehen, wissen wir nicht; sie sind plötzlich da. (Ich lasse im folgenden die Rassen und Arten von *Oenothera* außer Betrachtung; Renner erklärt ihr Auftreten nicht durch „Mutation“, sondern durch „Kombination“ im Sinne von Baur). Eine Anzahl von Autoren bezeugt das spontane Auftreten von Mutationen in gut kontrollierten Zuchten, so Woltereck in solchen von *Daphnia*. Meist äußert

sich eine Mutation durch eine festumrissene neue Eigenschaft, sie kann sich aber nach meiner Auffassung auch darstellen als ein erbliches „Labilersein der Reaktionsnorm“. Tiere (oder Pflanzen), welche durch eine derartige Labilität einer Anlage ausgezeichnet sind, reagieren auf geringe Schwankungen der inneren und äußeren Einflüsse durch ganz verschiedenartige Ausbildung bestimmter Organe. Bleiben solche abändernden Einflüsse während der sensiblen Periode aus, so vermögen sich die Individuen normal zu entwickeln.

Vom Boden dieser Annahme aus lassen sich meine Befunde an *Cyclops viridis* am ungezwungensten erklären. Irgendwann unter den Vorfahren von *viridis* 8 ♀ muß eine derartige mutative Abänderung desjenigen Gens erfolgt sein, welches der normalen Ausbildung des fünften und sechsten Fußes vorsteht. Es liegt kein Grund vor, anzunehmen, daß die Mutation durch die Gefangensetzung hervorgerufen sei und daß bei den drei abnormen ♂♂ 8A, 8B und 8C die neue Eigenschaft zum ersten Male manifest wurde. Denn im selben Tümpel wie *viridis* 8 ♀ fand sich jene Larve 21, welche mit der gleichen überzähligen Borste ausgestattet war, wie sie einzelne Nachkommen jenes ♀ zeigen. Aus diesem Grunde nehme ich eine Verwandtschaft zwischen *viridis* 8 ♀ und Larve 21 an.

Alle Abnormitäten in der Familie 8 führe ich also auf das mutativ bei einem einzigen Vorfahren entstandene Labilersein der Reaktionsweise zurück. Tiere, welche das mutierte Gen nicht ererben, bilden normale rudimentäre Füße aus; Tiere, die dasselbe erhalten, können Träger einer Abnormität werden, müssen es aber nicht. Entscheidend ist, welche Reize während der sensiblen Periode zur Einwirkung gelangen, und zwar vermute ich, daß es hauptsächlich innere Vorgänge sind, die neben der Anwesenheit des mutierten Gens für die Ausbildung einer Abnormität den Ausschlag geben. Auf Grund der erblichen labileren Reaktionsweise springen in der Familie 8 die verschiedensten Abnormitäten heraus: Plus- und Minusvariationen und sonstige Aberrationen. Ein Teil der Plusvariationen wurde als Doppelbildungen aufgefaßt, ein anderer konnte dagegen als Atavismus gedeutet werden; denn die Phylogenese der Copepoden ist zweifellos durch eine fortschreitende Reduktion der rudimentären Fußpaare charakterisiert.

Die Minusvariationen können in der Reduktion einer einzelnen Borste oder eines ganzen Fußes bestehen. In einem der abnorm rudimentierten Füße sah ich eine die zukünftige Stammesgeschichte bis zum gewissen Grade vorwegnehmende Bildung. Dies geschah auf Grund

seiner Ähnlichkeit mit dem Fuße zweier Arten (*bicolor* und *varicans*), bei welchen die Reduktion weiter fortgeschritten ist als bei *Cyclops viridis*. Auch atavistische Variationen erweisen sich zuweilen als abnormes Übergreifen in den Merkmalskomplex anderer Arten (überzählige Borste und behaarter Innenranddorn). Solche Vorkommnisse sind zu erklären auf Grund der Pluripotenz; die latent in den Arten steckenden Potenzen treten plötzlich in die Erscheinung, wenn die Reaktionsweise des Individuums eine labilere geworden ist. So stellt Haecker an Hand einiger Transversionen, die er bei Radiolarien beobachtete, fest, daß durch Erschütterung der Konstitution die Skeletttypen dreier Gruppen bei einem Individuum zur Ausbildung gelangen können.

Wir sahen oben, daß mit mendelistischer Deutung bei meinen Befunden nicht weiterzukommen ist. Selbstverständlich nehme ich an, daß normale und abnorme Gene sich nach dem gewöhnlichen Schema vererben. Doch da die genotypisch abnormen Individuen größtenteils phänotypisch normal und damit von den genotypisch normalen nicht zu unterscheiden sind, so muß der Versuch ergebnislos bleiben, die genotypische Beschaffenheit der einzelnen Individuen aus ihrer Nachkommenschaft zu erschließen. Phänotypisch abnorme Individuen können sowohl aus einer Paarung zwischen Individuen, die mit einem abnormen Fuße ausgestattet sind, wie aus einer solchen zwischen phänotypisch normalen Tieren hervorgehen, wofern nur (wie in der Familie *viridis* 8) die Abnormität genotypisch vorliegt.

Die Nachkommenschaft von *viridis* 8 ♀ ist also eine Zwischenrasse im Sinne von de Vries; das charakteristische Merkmal ist im vorliegenden Falle die labilere Reaktionsweise der Anlage des fünften und sechsten Fußes. Treten bei *Cyclops* in zwei aufeinander folgenden Generationen Mißbildungen auf, so zeigt sich bezüglich der erblichen Übertragung dieser Anomalien das gleiche wie bei Hühnern. Bei diesen Tieren wird nach Barfurth die Mißbildung im allgemeinen, nicht die besondere Variante derselben von den Eltern auf die Nachkommen übertragen. Man kann also von einer fakultativ-identischen Vererbung sprechen: wenn überhaupt die Eltern und Kinder bezüglich ihrer fünften und sechsten Fußpaare abnorm sind, ist darin kein reiner Zufall zu erblicken. Wohl aber ist das Walten eines solchen dann festzustellen, wenn etwa die Abnormität bei Vater und Sohn in gleicher Richtung gelegen ist.

Die verschiedenartigen Abnormitäten innerhalb der Familie 8 sind Modifikationen, welche auf Grund der veränderten Beschaffenheit des

Gens für den fünften und sechsten Fuß hervorgerufen werden können. Ein „normales Gen“ (wie ich mich kurz ausdrücken will) vermag immer nur die Bildung normaler Extremitäten zu veranlassen; ein Gen dagegen, welches die Anlage zu einer labileren Reaktionsweise darstellt, kann zwei verschiedene Phänotypen, entweder einen abnormen oder einen normalen, bedingen. Der abnorme Phänotypus umfaßt zahlreiche, von Individuum zu Individuum variierende Modifikationen; der normale ist dagegen nur geringen individuellen Schwankungen unterworfen.

Die wechselnden Einflüsse, welche stets von außen und von innen her auf den Entwicklungsgang des Individuums einwirken, ohne dabei ein normal veranlagtes Tier von seiner Bahn abdrängen zu können, finden bei erhöhter Labilität der Reaktionsweise Gelegenheit, die mannigfaltigsten Variationen hervorzurufen. Bereits die geringfügigen Differenzen, welche zwischen rechter und linker Körperseite bestehen, genügen, um auf der einen Seite eine Abnormität entstehen zu lassen, während eine solche auf der anderen Seite ausbleibt. Bald befindet sich die Abnormität rechts, bald links, und bei manchen genotypisch abnormen Tieren gelangt eine solche überhaupt nicht zur Ausbildung. Hemmungen besonderer Art, welche der Entstehung von Mißbildungen entgegenwirken, scheinen bei den ♀♀ vorzuliegen, da bei ihnen nur in wenigen Fällen eine überzählige Borste, dagegen nie ein abnormer Innenranddorn oder eine sonstige Variation des fünften Fußes in die Erscheinung tritt.

Einen Fingerzeig, daß es zum Teil sicherlich innere Kräfte sind, die darüber entscheiden, ob eine Abnormität ausgebildet wird, gibt uns die Tatsache, daß die mit überzähligen Borsten ausgestatteten Individuen sich immer unter den sich am raschesten entwickelnden Tieren einer Zucht befinden. Unverkennbar ist also die Bildung überzähliger Borsten abhängig von konstitutionellen oder konditionellen Faktoren, die dem Individuum eine rasche Erledigung seines Entwicklungsganges ermöglichen. Ein solcher Zusammenhang besteht nicht für alle Abnormitäten, wie daraus hervorgeht, daß abnorme Innenranddorne und sonstige Variationen sich nicht auf diejenigen Individuen beschränken, die sich durch bestimmte Geschwindigkeit des Entwicklungsverlaufes auszeichnen. Speziell waren behaarte Innenranddorne, also Plusvariationen, auch bei den am langsamsten sich entwickelnden Individuen vorhanden, mithin ist nicht das Auftreten einer jeden Plusvariation an rasche ontogenetische Entwicklung gebunden, sondern nur das einer überzähligen Borste.

Den äußeren Ernährungsverhältnissen kann ich keinen bestimmten Einfluß auf die Entstehung der Abnormitäten zuschreiben, denn da bei meinen Versuchen ein großer Teil der Geschwister im gleichen Gefäß sich frei bewegte, so stand ihnen allen dieselbe Nahrung zur Verfügung.

Wie Lehmann für *Veronica*, nehme ich für *Cyclops* an, daß hauptsächlich autonome innere Vorgänge die Entscheidung herbeiführen, bei welchen Individuen die Anlage einer Anomalie manifest werden soll. Betont sei jedoch nochmals, daß nur, wenn die Potenz zu einer Abnormität in einem Stamme bereits darin steckt, sich eine solche in demselben wecken läßt (Woltereck). Eine genotypisch völlig normale Rasse kann nie ohne weiteres die gleiche Abnormität wie eine Zwischenrasse produzieren, es sei denn, daß sie durch Mutation in eine entsprechende Zwischenrasse umgewandelt wird. Dadurch, daß Faktoren verschiedener Art (und möglicherweise sogar von mir nicht erkannte äußere Faktoren) beim Manifestwerden einer Abnormität des fünften und sechsten Fußes zusammenspielen, wird dieses Merkmal zu einem komplex verursachten im Haeckerschen Sinne.

Suchen wir auf zoologischem Gebiet nach weiteren Beispielen einer Vererbungsweise, wie sie für pflanzliche Zwischenrassen beschrieben wird, so ist festzustellen, daß eine Anzahl der von Woltereck gezüchteten *Daphnia*-Rassen infolge einer Reaktionsweise mit „umschlagendem“ Erfolg sich als solche Zwischenrassen dokumentieren. Wichtig erscheint es mir, bei zukünftigen Untersuchungen auf das zeitliche Auftreten der abnormen Exemplare innerhalb der einzelnen Geschwisterschaften zu achten. Allerdings entwickeln sich nicht überall die Individuen eines Eisatzes wie bei meinen *Cyclops*-Kulturen verschieden rasch. Fräulein Dr. Kuttner war so liebenswürdig, mir brieflich mitzuteilen, daß bei ihren *Daphnia*-Versuchen von einem gruppenweisen Auftreten der Mißbildungen nichts beobachtet werden konnte, da sich die Tiere eines Wurfes, wenn sie unter den gleichen Bedingungen gehalten werden, in, bezug auf Entwicklungs- und Fortpflanzungsgeschwindigkeit außerordentlich gleichförmig verhalten.

Bedeutsam erscheint mir eine Beobachtung von Goldschmidt. Dieser fand bei *Lymantria*, daß in Kreuzungen, die ausschließlich ♂♂ liefern, gelegentlich ein einzelnes ♀ auftrat, das stets als letztes Tier ausschlüpfte. Hier liegt also eine Angabe über das zeitliche Erscheinen einer Abnormität vor (das Auftreten eines ♀ in einer Zucht, die nach der Berechnung nur ♂♂ liefern sollte, ist meines Erachtens als eine Abnormität im weiteren Sinne aufzufassen). Goldschmidt erklärt seine

Beobachtung durch „non-disjunction“, d. h. durch fehlerhafte Kombination der Heterochromosomen, indem bei der Reduktionsteilung der Samenzellen beide Geschlechtschromosomen abnormerweise nach dem einen Pol wandern. Ich möchte darauf hinweisen, daß zwischen diesem Fehler im Teilungsmechanismus und dem späten Ausschlüpfen des Tieres zweifellos ein Zusammenhang besteht, indem beide Vorkommnisse auf eine (wie man aus dem Schlüpfungstermin vielleicht schließen darf) schwächere Konstitution des Individuums hindeuten. Die Goldschmidtsche Beobachtung würde ein Gegenstück darin finden, daß sich bei meinen *Cyclops*-Versuchen die mit überzähliger Borste ausgestatteten Exemplare immer unter den sich am raschesten entwickelnden Tieren einstellten. Es wäre interessant, zu erfahren, wie sich die anderen von Goldschmidt beschriebenen abnormen Individuen, welche sich als Zwitter von verschiedenem Ausbildungsgrad erwiesen, zeitlich unter die ausschlüpfenden Schmetterlinge verteilen. Vielleicht würden uns auf diesen Punkt gerichtete Beobachtungen einer Klärung der sehr komplizierten Verhältnisse näher bringen, welche bei der Geschlechtsvererbung von *Lymantria* obwalten.

Morgan und seine Mitarbeiter haben bei *Drosophila* die Unregelmäßigkeiten, welche sich bezüglich der Vererbungsweise der verschiedenen Rassencharaktere zeigen, in weitgehendem Maße zu analysieren versucht. (Ich stütze mich im wesentlichen auf das ausführliche Referat von Nachtsheim, da mir ein großer Teil der Originalarbeiten nicht zur Verfügung stand.) Die vom Arttypus abweichenden Charaktere der von genannten Forschern gezüchteten Rassen sollen sich auf Mutationen gründen; die letzteren können nach diesen Autoren mehrfach in gleichem Sinne erfolgen. (Siehe hierzu die Begriffsscheidungen, zu welchen Prell bei Erörterung der Entstehungsursachen von Mutationen kommt.) Das neue Merkmal kann sich durch Rückmutation wieder verlieren (vergl. die Bedenken, welche Jollos über Rückmutationen bei Bakterien äußert). Zur Erklärung der komplizierten Vererbungserscheinungen ist fernerhin Polymerie, doppelter und dreifacher Faktorenaustausch (crossing-over) sowie unvollständige Dominanz angenommen. Äußeren Faktoren (wie Wassergehalt der Nahrung, Temperatur usw.) wird bei einer Anzahl Eigenschaften die Entscheidung darüber zugeschrieben, ob oder in welchem Ausbildungsgrade dieselben erscheinen sollen. Über das zeitliche Auftreten alternativer Eigenschaften in den einzelnen Geschwisterschaften habe ich keine Angaben gefunden. Ich hege jedoch die Vermutung, daß in vielen Fällen, zu deren Erklärung Morgan und seine Schüler

besondere Hypothesen wie Faktorenaustausch heranziehen, sich die alternativen, scheinbar durch je ein besonderes Gen bedingten Eigenschaften als Phänotypen ein und desselben Gens herausstellen werden, wenn erst einmal die Verteilung der in Frage kommenden Eigenschaften auf die rascher und langsamer sich entwickelnden Individuen einer Geschwisterschaft festgestellt ist. (Dies wird zunächst natürlich nur dort möglich sein, wo eine größere Zahl gleichzeitig geborener Nachkommen in Frage kommt.)

Die Erscheinung der unvollständigen Dominanz — bis jetzt ein Begriff, unter dem eine Menge der verschiedenartigsten Vorkommnisse vereinigt werden — scheint mir ein Punkt, an welchem weitere Forschungen einzusetzen haben. Ich hoffe, daß es mir trotz der heutzutage herrschenden Schwierigkeiten gelingen wird, diesbezügliche Untersuchungen an einer Tierart aufzunehmen, welche hierfür besonders geeignet sein dürfte. Zunächst wäre festzustellen, in welcher Weise sich die auftretenden Anomalien zeitlich auf die Nachkommen verteilen. Dann soll die Frage ins Auge gefaßt werden, wieweit äußere Umstände das Zahlenverhältnis verschieben können. Als dritte und schwierigste wäre die Frage zu lösen, welches die tiefer liegenden Ursachen für Vorgänge der angedeuteten Art sind.

VII. Zusammenfassung.

Der Begriff der Zwischenrasse, welcher in der botanischen Literatur eine große Rolle spielt, hat bisher bei den Zoologen wenig Anklang gefunden. Charakteristisch für eine solche Zwischenrasse ist, daß sie auch bei Selbstbefruchtung nie völlig rein züchtet, selbst nicht bei Selektion durch viele Generationen. Eine Zwischenrasse — und zwar eine Halb- (de Vries) oder eine Schwachrasse (Plate) — stellt die von mir gezüchtete Nachkommenschaft eines *Cyclops viridis* ♀ dar (welches als *viridis* 8 bezeichnet wurde). Das Merkmal dieser Rasse ist, daß die Anlage des rudimentären fünften und sechsten Fußpaares eine labilere Reaktionsweise besitzt, als sie bei normalen Stämmen vorliegt.

3 ♂ Individuen waren es, welche unter den Nachkommen des ♀ *viridis* 8 bezüglich des einen ihrer fünften Füße Abweichungen vom Arttypus aufwiesen. Diese Abnormitäten waren bei den 3 ♂♂ nicht von der gleichen, sondern bei einem jeden von besonderer Natur (Fig. 24—26, vergl. hierzu Fig. 1, welche einen typischen linken fünften Fuß von *Cyclops viridis* darstellt). Mittels Geschwister- und Verwandtenpaarung

wurde die Nachkommenschaft des ♀ *viridis* 8 durch drei Generationen gehalten. Diese Zuchten ergaben insgesamt 579 ♂♂ und 539 ♀♀. Eine vierte Generation war durch 26 Individuen vertreten. Es zeigte sich bei allen diesen Versuchen, wie bei den Kontrollzuchten, eine von Generation zu Generation zunehmende Unfruchtbarkeit, welche sich vermutlich infolge des Gefangenlebens einstellte und die eine Weiterführung der Zuchten durch eine größere Anzahl von Generationen verhinderte.

Bei dem einen der drei abnormen ♂♂ (8A ♂, Fig. 24) ist das Endglied des rechten fünften Fußes stark verkümmert, die apikale Borste wird durch ein kleines Häkchen repräsentiert, ein Innenranddorn ist nicht vorhanden. Bei 8B ♂ (Fig. 25) trägt der linke fünfte Fuß am Außenrande des Endgliedes eine überzählige Borste. Bei 8C ♂ (Fig. 26) ist die Borste des linken Basalgliedes in eigentümlicher Weise mißbildet. 8A ♂ und 8C ♂ wurde mit je 3, 8B ♂ mit 4 der normalen, aus der gleichen Geschwisterschaft stammenden ♀♀ gepaart.

Die F₁- und die F₂-Generation wiesen eine Anzahl Individuen auf, die im Bau ihres fünften resp. sechsten Fußpaares Abweichungen vom Normalen zeigten. Die Abnormität des fünften Fußes besteht bei den meisten der betroffenen Individuen in der Anwesenheit einer überzähligen Borste oder eines abnorm gebildeten Innenranddornes am Endgliede. Die überzählige Borste ist einer großen individuellen Variabilität unterworfen (Fig. 27—37). Sie kann lang und glatt oder breit und gezähnt sein. Bei einigen Tieren erscheint sie in ganz rudimentärer Ausbildung, indem sie selbst fehlt und nur die Vorbuchtung des Außenrandes, auf welcher eine überzählige Borste zu entspringen pflegt, vorhanden ist (Fig. 28—30).

Zwischen den angeführten Extremen finden sich alle Übergänge (Fig. 35, 36). In einem Falle lag eine Verdoppelung der überzähligen Borste vor (Fig. 37). Überzählige Borsten trugen 15 ♂♂ und 4 ♀♀; die Abnormität erschien entweder rechts oder links, nie rechts und links gleichzeitig. Sie fand sich bei keinem Exemplar der Kontrollzuchten und nur bei einem einzigen ♂ Individuum aus der freien Natur (Larve 21, Fig. 27). Da die letztere von dem gleichen Fundort wie 8 ♀ stammt, so vermute ich einen verwandtschaftlichen Zusammenhang zwischen diesen beiden Tieren.

Zur Entscheidung der Frage, welcher Innenranddorn bei den Nachkommen von *viridis* 8 ♀ „noch normal“ und welcher „schon abnorm“ sei, wurde an den Tieren meiner Kontrollzuchten und an etwa 500 Wildfängen aus der Umgegend Halles die normale Variationsbreite des

fünftens Fußes von *Cyclops viridis* festgestellt (Fig. 4—16a). Dabei zeigte sich ein geringfügiger Geschlechtsdimorphismus insofern, als die Variationsbreite des ♂ eine etwas größere ist als die des ♀. Beim ♂ kann der Innenranddorn eine schwache kolbige Verdickung aufweisen (Fig. 13), welche ich beim ♀ nie bemerkte. Unter den Nachkommen des ♀ *viridis* 8 trat ein abnormer Innenranddorn in keinem Falle bei den ♀♀, sondern immer nur bei ♂ Exemplaren auf. Die Abnormität besteht entweder in einer außergewöhnlichen Verdickung (Fig. 16b, 22, 23), in einer Verkrümmung (Fig. 21) oder in einer feinen Behaarung des Innenranddorns (Fig. 17—19). Die Anomalien dieses Dornes traten meist nur an einer Körperseite, in wenigen Fällen dagegen auch rechts und links auf.

Eine weitere Mißbildung des fünften Fußes ist die Verdoppelung der Apikalborste bei 8E2 ♂ (welche bei dem betreffenden Tier mit einer Verachtfachung der Mittelborste des auf der gleichen Seite gelegenen sechsten Fußes einhergeht; Fig. 31). Bei einigen ♂ Individuen sind Hemmungsbildungen des fünften Fußes festzustellen: so ist bei einem Exemplar (8M10 ♂) das Endglied der beiden Füße abnorm verschmälert (Fig. 20). Bei einem ♂ ist der rechte fünfte Fuß einer weitgehenden Rückbildung anheimgefallen (8E14 ♂, Fig. 38), während der linke völlig normal ist. Bei einem anderen ♂ ist der linke fünfte Fuß gänzlich verschwunden, der rechte stark rudimentiert (8M3A ♂, Fig. 39). Bei 8L4 ♂ ist die Borste des linken Basalgliedes verkümmert ausgebildet (Fig. 40).

Verbildungen des sechsten Fußes stellen sich beim ♂ dar als verkümmerte oder fehlende Mittelborste und verdoppelter ventraler Dorn (Fig. 43), in einem Falle (welcher bereits erwähnt wurde) als Verachtfachung der Mittelborste (Fig. 31). Sichere Fälle von abnormen sechsten Füßen bei ♀♀ wurden nicht beobachtet. (Betreffs des normalen Baus des ♂ und ♀ sechsten Fußes vergl. Fig. 2, 3, 42, 47.) An anderen Körperteilen als am fünften und sechsten Fußpaare konnten Abnormitäten in der Familie *viridis* 8 nicht beobachtet werden.

Es wurden also nur 4 ♀♀ konstatiert, welche eine Mißbildung des fünften Fußes (und zwar jedes eine überzählige Borste) besaßen. Alle anderen besprochenen Anomalien blieben auf ♂ Tiere beschränkt. Zur Erklärung hierfür nahm ich an, daß in den ♀ Exemplaren ein besonderer, im übrigen völlig unbekannter Hemmungsfaktor wirksam sei, welcher die Ausbildung einer Abnormität meist unterdrückt.

Das Auftreten einer überzähligen Borste und eines behaarten Innenranddorns wurde als Atavismus aufgefaßt, da die Cyclopiden zweifellos von Formen mit stärker ausgebildeten fünften Füßen abstammen, als sie die jetzt lebenden Formen besitzen. Die Ausbildung der überzähligen Borste erwies sich als ein „Überschlag“ in das Artbild von *Limnoithona sinensis*, diejenige eines behaarten Innenranddornes in das von *Cyclops strenuus*, *capillatus* u. a. Als ein Individuum, welches die zukünftige Stammesgeschichte von *Cyclops viridis* bis zu einem gewissen Grade vorwegnimmt, wurde jenes ♂ aufgefaßt, dessen rechter Fuß nur aus einem kurzen Stummel und einer lateral davon entspringenden Borste besteht (Fig. 39). Dies geschah auf Grund der Ähnlichkeit mit dem fünften Fuße zweier Arten (*bicolor*, *varicans*, Fig. 55), bei denen die Reduktion bereits weiter vorgeschritten ist als bei *viridis*.

Vererbt wurde in der Familie *viridis* 8 nicht ein bestimmter Mißbildungstypus, sondern nur die Fähigkeit, allerlei Abnormitäten des fünften und sechsten Fußes zu produzieren. Die Art und Weise, in welcher sich diese Potenz vererbte, läßt eine mendelistische Deutung nicht zu; die Prozentzahl der „Erben“ ist in allen Fällen eine viel zu geringe. Ich nehme an, daß in der von mir gezüchteten Zwischenrasse (als solche ist die Familie *viridis* 8 zu deuten) die Reaktionsweise der Anlage des fünften und sechsten Fußes labiler sei als bei normalen Stämmen und daß diese erhöhte Labilität sich von einer Generation auf die andere erblich überträgt. Zu vermuten steht, daß dieses Labilersein mutativ irgendwann in der Vorfahrenreihe des ♀ *viridis* 8 entstanden ist. Auf Grund dieser besonderen Reaktionsweise können die verschiedensten Abnormitäten des fünften und sechsten Fußes bald auf der einen, bald auf der anderen Körperseite und bald auf beiden entstehen, je nachdem während einer sensiblen Periode die entsprechenden adäquaten Reize in Wirksamkeit treten. Bleiben letztere aus, so wird das Vorhandensein der labileren Reaktionsweise bei den betreffenden Tieren nicht phänotypisch manifest. Mit Hilfe dieser Annahmen läßt es sich erklären, daß Eltern, welche beide mit einer Abnormität behaftet sind, einen hohen Prozentsatz normaler Kinder besitzen und daß phänotypisch normale Eltern unter Umständen abnormen Kindern das Leben schenken.

Einer besonderen Hervorhebung bedarf der Umstand, daß Träger einer überzähligen Borste des fünften Fußes sich nur unter den sich am raschesten entwickelnden Individuen eines Geleges vorfanden. Trotzdem in vielen Fällen Geschwister, die verschiedenen Eisätzen angehörten, in einem Zuchtglase vereinigt wurden, trat diese Erscheinung mit

wünschenswerter Deutlichkeit hervor. Im Gegensatz zu der überzähligen Borste zeigten sich die übrigen Abnormitäten des fünften und sechsten Fußes (und zwar sowohl Plus- als auch Minusvariationen) nicht an eine besondere Geschwindigkeit des Entwicklungsverlaufes gebunden. Welche Faktoren es sind, die eine Entscheidung darüber herbeiführen, ob eine Abnormität ausgebildet wird oder nicht, konnte ich nicht ermitteln. Offenbar ist das Auftreten einer überzähligen Borste am fünften Fuße abhängig von den gleichen konstitutionellen oder konditionellen Bedingungen, welche dem Individuum eine rasche Erledigung seiner Entwicklung ermöglichen. Auf botanischem Gebiete findet diese Erscheinung ein Gegenstück darin, daß bei manchen Zwischenrassen das Auftreten von Abnormitäten der Blätter und Blüten während des individuellen Lebens der Pflanze einer Periodizität unterworfen ist.

Ich halte es für wünschenswert, daß künftig bei allen denjenigen Vererbungserscheinungen, die kein klares, nach den Mendelschen Regeln zu deutendes Zahlenmaterial ergeben, Untersuchungen daraufhin angestellt werden, ob ein Zusammenhang zwischen Kondition und Konstitution einerseits und dem Auftreten einer Anomalie anderseits besteht. Dieser neue Gesichtspunkt kann uns vielleicht dem Verständnis der Vererbungsweise mancher Anomalien näher bringen.

Literatur.

- Abel, O., Atavismus. Verhandl. d. zool.-bot. Ges. Wien, 1914.
- Alverdes, F., Die gleichgerichtete stammesgeschichtliche Entwicklung der Vögel und Säugetiere. Biol. Zentralbl. Bd. 39, 1919.
- Über das Manifestwerden der ererbten Anlage einer Abnormität. Biol. Zentralbl. Bd. 40, 1920.
- Baur, E., Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. 2. Aufl. Berlin, 1914.
- Barfurth, D., Experimentelle Untersuchung über die Vererbung der Hyperdaktylie bei Hühnern. V. Arch. Entw.-Mech. Bd. 40, 1914.
- Boas, J., Zur Beurteilung der Polydaktylie des Pferdes. Zool. Jahrb. Anat. Bd. 40, 1917.
- Bonnevie, K., Polydaktyli i norske bygdeslegter. Norsk Mag. f. Lægev. 1919.
- Braun, H., Die spezifischen Chromosomenzahlen der einheimischen Arten der Gattung *Cyclops*. Arch. Zellf. Bd. 3, 1909.
- Burckhardt, G., Wissenschaftliche Ergebnisse einer Reise um die Erde von C. Schröter und M. Pernod. III. Zool. Jahrb. Syst. Bd. 34, 1913.
- Claus, C., Die frei lebenden Copepoden. Leipzig, 1863.
- Neue Beobachtungen über die Organisation und Entwicklung von *Cyclops*. Arb. Zool. Inst. Wien, Bd. 10, 1893.

- Correns, C., Die Absterbeordnung der beiden Geschlechter einer getrenntgeschlechtigen Doldenpflanze (*Trinia glauca*). Biol. Zentralbl. Bd. 39, 1919.
- Cramer, M., Beiträge zur Kenntnis der Polydaktylie und Syndaktylie des Menschen und der Haussäugetiere. Nova Acta Acad. Carol.-Leop. Vol. 93, 1910.
- Douwe, C. van, Zur Morphologie des rudimentären Copepodenfußes. Zool. Anz. Bd. 22, 1899.
- Fackenheim, J., Über einen Fall von hereditärer Polydaktylie mit gleichzeitig erblicher Zahnanomalie. Jen. Zeitschr. Bd. 22, 1888.
- Gegenbaur, C., Kritische Bemerkungen über Polydaktylie als Atavismus. Morph. Jahrb. Bd. 6, 1880.
- Giesbrecht, W., Crustacea in: Handbuch der Morphologie der Wirbellosen Tiere von A. Lang, Bd. 4. Jena 1913.
- Goebel, K., Organographie Bd. I—II. 1898.
- Goldschmidt, R., Vorläufige Mitteilung über weitere Versuche zur Vererbung und Bestimmung des Geschlechts. Biol. Zentralbl. Bd. 35, 1915.
- Gräter, A., Die Copepoden der Umgebung Basels. Revue suisse de Zool. Bd. 11, 1903.
- Haecker, V., Über das Schicksal der elterlichen und großelterlichen Kernanteile. Jen. Zeitschr. Bd. 37, 1902.
- Allgemeine Vererbungslehre. 2. Aufl. Braunschweig, 1912.
- Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse. Jena 1918.
- Hartmann, O., Über die temporale Variation bei Copepoden. Zeitschr. ind. Abst.-L. Bd. 18, 1917.
- Heinricher, E., *Iris pallida* Lam. *abavia*, das Ergebnis einer auf Grund atavistischer Merkmale vorgenommenen Züchtung und ihre Geschichte. Biol. Zentralbl. Bd. 16, 1896.
- Hilzheimer, M., Atavismus. Zeitschr. ind. Abst.-L. Bd. 3, 1910.
- Jollos, V., Variabilität und Vererbung bei Mikroorganismen. Zeitschr. ind. Abst.-L. Bd. 12, 1914.
- Klebs, G., Studien über Variation. Arch. Entw.-Mech. Bd. 24, 1907.
- Klitz, J., Versuche über das geringe Regenerationsvermögen der Cyclopiden. Arch. Entw.-Mech. Bd. 25, 1907.
- Kuttner, O., Über Vererbung und Regeneration angeborener Mißbildungen bei Cladoceren. Arch. Entw.-Mech. Bd. 36, 1913.
- Lehmann, E., Über Zwischenrassen in der *Veronica*-Gruppe *agrestis*. Zeitschr. ind. Abst.-L. Bd. 2, 1909.
- Nachtsheim, H., Die Analyse der Erbfaktoren bei *Drosophila* und deren zytologische Grundlage. (Referat.) Zeitschr. ind. Abst.-L. Bd. 20, 1919.
- Olofsson, O., Süßwasser-Entomotraken und -Rotatorien von der Murmanküste und aus dem nördlichsten Norwegen. Zool. Bidrag Uppsala Bd. 5, 1916.
- Plate, L., Vererbungslehre. Leipzig 1913.
- Prell, H., Die Vielgestaltigkeit des *Bacterium coli*. Zentralbl. f. Bakt. I. Bd. 79, 1917.
- Prentiss, C. W., Polydaktylism in man and the domestic animals. Bull. Mus. Comp. Zool. T. 40, 1902.
- Przibram, H., Intraindividuelle Variabilität der Carapaxdimensionen bei brachyuren Crustaceen. Arch. Entw.-Mech. Bd. 13, 1902.
- Experimentalzoologie, 2. Leipzig und Wien, 1909.

- Renner, O., Versuche über die gametische Konstitution der Önotheren. Zeitschr. ind. Abst.-L. Bd. 18, 1917.
- Roux, W., Terminologie der Entwicklungsmechanik der Tiere und Pflanzen. Leipzig, 1912.
- Sars, G. O., An account of the *Crustacea* of Norway. VI. Bergen, 1913.
- Schmeil, O., Deutschlands freilebende Süßwasser-Copepoden. Kassel, 1892.
- Schwalbe, E., Die Morphologie der Mißbildungen des Menschen und der Tiere. Teil I—III. Jena, 1906.
- Tornier, G., An Knoblauchskröten experimentell entstandene überzählige Hintergliedmassen. Arch. Entw.-Mech. Bd. 20, 1906.
- Vöchting, H., Über Blütenanomalien. Jahrb. wiss. Bot. Bd. 31, 1898.
- Vries, H. de, Die Mutationstheorie Bd. I—II. 1901.
- Woltereck, R., Beitrag zur Analyse der „Vererbung erworbener Eigenschaften“: Transmutation und Präinduktion bei *Daphnia*. Verhandl. d. Deutsch. Zool. Ges. 1911.
- Variation und Artbildung. Bern, 1919.
- Zederbauer, E., Variationsrichtungen der Nadelhölzer. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, Math.-nat. Klasse 116, Abt. 1, 1907.