

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen

Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band.

1. Oktober 1899.

Nr. 19.

Inhalt: **Reh**, Ueber Asymmetrie und Symmetrie im Tierreiche. — **Loew**, Was sind die Dominanten Reinke's? — **Escherich**, Zur Anatomie und Biologie von *Paussus turcius* Frid. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Myrmekophilie.

Ueber Asymmetrie und Symmetrie im Tierreiche.

Von Dr. L. Reh in Hamburg.

Alle die im Einzelnen so unendlich verschiedenen organischen Gestalten lassen sich leicht auf drei einfache Baupläne zurückführen. Der niederste ist der regellose, amorphe oder auch asymmetrische, wobei irgendwelche bestimmte gegenseitige Lageverhältnisse, irgendwelche geregelte Anordnung der einzelnen Körperteile fehlen. Solche Organismen bilden unter den Tieren die meisten Protozoen und Schwämme. Als zweiten Bauplan können wir den radiären bezeichnen, in dem gewisse Körperteile sich radiär, strahlen- oder sternförmig um einen Punkt, in einer oder mehreren Ebenen, anordnen. Solche Tiere sind die meisten Cölenteraten und Echinodermen. Beim dritten, dem symmetrischen Bauplane lassen sich die sich entsprechenden Organe nicht mehr auf einen Punkt, sondern nur noch auf eine Ebene, die Symmetrie-Ebene, beziehen. Die höchste Entwicklung erreicht dieser Bauplan bei den zweiseitig-symmetrischen Tieren, zu denen alle höheren Tierformen gehören.

Aus diesen drei einfachen Bauplänen, dem regellosen, dem strahligen und dem symmetrischen, lassen sich nun einerseits durch Aenderungen einzelner ihrer Axen alle die Grundformen herstellen, die H ä c k e l in seiner Promorphologie in so eingehender Weise behandelt hat; andererseits ergibt sich aus ihrer Kombination ein nicht minder großer Reichtum zusammengesetzter Formen, so dass es unter den Organismen wohl kaum eine Gestalt geben dürfte, die man nicht in irgend einer Weise auf sie zurückführen könnte.

Reine Grundformen gibt es unter den tierischen Organismen nur wenige, und diese gehören niederen Klassen, den Protozoen (Radiolarien) und den Cölenteraten (Hydrozoen) an. Die meisten Tiere stellen Kombinationen dar und zwar namentlich solche der symmetrischen Bauart mit der strahligen oder der regellosen. Es ist diese Thatsache so bekannt, dass es eigentlich unnötig erscheint, über sie Worte zu verlieren oder gar Tinte und Druckerschwärze zu vergeuden. Wenn ich Letzteres dennoch thun will, muss ich natürlich Gründe dafür angeben. Als Nummer eins glaube ich, dass eine Zusammenstellung solcher Erscheinungen an sich schon einen gewissen Wert habe; dennoch scheint sie mir zu fehlen. Nummer zwei wäre es doch auch möglich, dass sich aus dieser Zusammenstellung einige Gesichtspunkte ergeben könnten, die außer dem Reize der Neuheit vielleicht auch noch den hätten, mindestens zum Nachdenken, wenn nicht gar zu Nachforschungen, anzuregen. Nummer drei endlich glaube ich, dass diese Thatsache der Kombinationen noch gar nicht genug beachtet und gewürdigt ist. So spricht man z. B. bei den höheren Tieren immer einfach von bilateralem Bau, ohne weitere Einschränkungen, ohne auf die Abweichungen zu achten. Und da, wo man diese erwähnt, werden sie immer als Ausnahmen hingestellt, die eben die Regel bestätigten. An solche Ausnahmen muss man aber drei Anforderungen stellen. Erstens dürfen sie im Ganzen, d. h. überhaupt bei Tieren, nur selten vorkommen. Zweitens dürfen sie bei einem einzigen Tiere erst recht nur selten auftreten. Drittens dürfen diese Ausnahmen nicht gesetzmäßig auftreten, d. h. es dürfen z. B. nicht immer dieselben oder entsprechende Organe es sein, die nicht in den Plan des Ganzen passen, und es dürfen sich auch nicht bestimmte Gesetze für die Ausnahmen oder für das Verhältnis dieser zur Regel feststellen lassen.

Ob sich diese Anforderungen bei den Asymmetrien, die wir bei sonst symmetrisch gebauten Tieren vorfinden, erfüllen, soll nachfolgende Untersuchung entscheiden.

Ich beschränke mich nur auf das Verhältnis der Asymmetrie zur Symmetrie, weil dies schon genug zu thun giebt. Die drei anderen Kombinations-Möglichkeiten auch noch zu untersuchen würde zu weit führen.

Selbstverständlich kann ich auch für diese eine Möglichkeit keine Vollständigkeit anstreben, aus mehreren Gründen nicht. Einmal müsste man jede hierher gehörige Tierform aufs Genaueste kennen, genauer als ihr genauester Spezialist; denn auf alle diese Verhältnisse hat man ja seither so gut wie nicht geachtet; dann wäre es auch trotzdem unmöglich, Alles anzuführen. Wer könnte untersuchen, z. B. wie viel Haare ein Säugetier auf der einen Seite mehr zählt, als auf der anderen, wieviel Kubikinhalte die eine Seitenhälfte eines Tieres

mehr hat als die andere, u. s. w., ganz abgesehen von der Histologie. Und schließlich thut auch solche Genauigkeit gar nicht not. Es bedarf nur so vieler Thatsachen, dass sich daraus allgemeine Gesichtspunkte, „Gesetze“, wie man sie in der Zoologie meist, aber fälschlich, nennt, ergeben.

Die Protozoen bieten wenig Formen mit ausgesprochener Symmetrie dar. Vereinzelte Flagellaten (*Hexaminatus inflatus*) und Ciliaten (*Paramecium*) könnte man äußerlich symmetrisch nennen. Dagegen sind recht viele Foraminiferen, namentlich die Schneckenhaus-ähnlich gewundenen (Nummuliten u. s. w.), wie auch viele Radiolarien in ihren Schalen grob symmetrisch gebaut. Die feinere Architektur der Schalen hier, die Lage des Kernes und noch mehr die der kontraktilen Vakuole dort, passen jedoch nicht in diesen Bauplan hinein. Doch sind alle diese Verhältnisse noch so wenig klar und bedürfen so sehr eigenen Studiums, dass die Protozoen in dieser Frage einstweilen belanglos sind.

Die ganze Klasse der Schwämme kommt für uns nicht in Betracht. Fast alle sind sie regellos gestaltet, nur wenige zeigen mehr oder weniger strahlige Anordnung einzelner Teile. Nur *Haliphysema globigerina* scheint durch eine spaltförmige Mundöffnung in 2 seitliche, gleiche Hälften geteilt zu werden [25. p. 153].

In wie weit bei den Nesseltieren Symmetrie vorkommt, läßt sich aus der Litteratur nicht ersehen. Das festzustellen, dazu gehört das Studium der lebenden Tiere, die mir nicht zu Gebote stehen. Von den Hydrozoen scheinen nur die Röhrenquallen Symmetrie aufzuweisen. Bei den Siphonanthen sind schon die Larven bilateral symmetrisch, indem ihr medusenähnlicher Körper im Schirme tief gespalten ist [19. I. p. 108]. Bei den Aunecten ist eine der die Schwimmblase umgebenden Schwimmglocken zu einem Zuleitungskanal [18. p. 197] oder einer Gas absondernden Luftglocke (Aurophore) [19. I. p. 107] ausgebildet, durch die man die ganze Meduse in 2 grob symmetrische Hälften teilen kann. Die Anordnung der Schwimmglocken ist noch symmetrisch, nicht aber die der Tentakel, Siphonen, Geschlechts-Trauben u. s. w. Dasselbe Verhältnis finden wir bei *Physalia*, wo der langgestreckte Luftsack eine symmetrische Teilung zuläßt, während die Fangfäden u. s. w. regellos angeordnet sind. Die Physalien und Vellenen scheinen dagegen erst tertiär¹⁾ wieder unsymmetrisch geworden zu sein. — Bei den Korallen ist Symmetrie dagegen sehr häufig. Unter den Weichkorallen sind namentlich die Aktinien oft sogar bilateral-symmetrisch, wie auch mehrere Seefedern, bei ersteren das einzelne Tier durch spaltförmige Mundöffnung, bei letzteren der ganze Stock durch Anordnung der die Polypen tragenden Fiederchen (*Pteroeides*). Unter den Steinkorallen sind namentlich die Karyophyllien und die

1) primär: strahlig; sekundär: symmetrisch; tertiär: asymmetrisch.

Astraeiden bilateral symmetrisch gebaut. Diese Symmetrie bezieht sich bei beiden Gruppen vorwiegend auf die äußere Gestalt und die Anordnung der hauptsächlichsten Weichteile (Septen mit ihren Muskelbündeln und Filamenten) und damit auch des Kalkskeletes. Doch ist z. B. der Verlauf der Filamente u. s. w. schon durchaus regellos, und bei einem von Weichteilen freien Korallenkelch bedarf es schon angestrengtester Untersuchung, um das Schema der Symmetrie festzustellen. Vom Schema abgesehen, herrscht da ein wüstes Durcheinander.

Die Kamm- oder Rippenquallen zeigen dagegen entschieden zwei-strahlige Symmetrie durch die Lage und Verteilung der meisten äußeren und inneren Organe [7. p. 296]. Nach Haaeke [14. p. 287] soll das Trichtergefäß nicht in diese Symmetrie passen, da es nicht in die Mittelebene des Körpers falle, während es nach Lang [19. I. p. 78] in der Hauptachse des Körpers verläuft. Ob weitere Abweichungen von der Symmetrie vorkommen, dürften nur Beobachtungen an lebenden oder mindestens gut konservierten Tieren entscheiden. Zu bemerken ist noch, dass schon die Larven der Kammquallen bilateral-symmetrisch sind.

Die Plattwürmer sind schon Tiere von ausgeprägter zweiseitiger Symmetrie. Ihre äußere Körperform entspricht dieser fast immer, im Wesentlichen auch die Anordnung ihrer inneren Teile. Doch kommen auch hier zahlreiche Abweichungen im Einzelnen vor. Charakteristisch für diese Klasse ist das Wassergefäßsystem. Während seine Hauptstämme im Allgemeinen symmetrisch verlaufen, bieten ihre Verzweigungen ein Bild vollkommener Unordnung dar, und ihre Ausmündungs-Poren sind, wenigstens bei Trikladen, meist unregelmäßig verteilt [19. I. 152]. Dasselbe wiederholt sich beim Darm-, Blutgefäß- und Nervensystem, soweit diese überhaupt vorhanden sind. Die Muskeln, insbesondere die dorso-ventralen Stränge, durchziehen den Körper ohne Rücksicht auf Symmetrie. Auch die Geschlechtsorgane lassen z. T. nur noch den Plan dieser Anordnung erkennen. Die Hodenbläschen und die Ovarien bei Turbellarien und Cestoden liegen überall da im Körper, wo sich gerade Platz bietet, ohne irgendwelche regelmäßige Anordnung. Die Uterus-Windungen der Trematoden und die Blindsäcke desselben bei den Cestoden verlaufen durcheinander. Noch ausgeprägter ist diese Asymmetrie bei den Ausführungsgängen der Geschlechts-Organe, namentlich bei *Dendrocoelum*, wo sie sich ungeordnet um die Geschlechts-Oeffnung gruppieren. Ihren Höhepunkt erreicht aber diese Asymmetrie einerseits bei *Tristomum*, wo die Genital-Oeffnung abseits der Mittellinie, in der vorderen Körperhälfte liegt [19. I. p. 161] andererseits bei der Gattung *Taenia*, wo sie bei den einzelnen Gliedern abwechselnd rechts und links an der Kante liegt, also auch die Ausführungs-Gänge mit all' ihren Nebenapparaten immer nur der

einen Seite zukommen, wodurch wiederum die eigentlichen Geschlechtsorgane auf dieser Seite schwächer entwickelt sind.

Bei den Nemertinen ist vor Allem die Lage des Drüsensackes des Rüssels asymmetrisch; ferner liegen bei einigen Arten die Geschlechtsdrüsen durchaus zerstreut im Parenchym [19. I. p. 256].

Die Muskeln der Rädertiere sind isolierte, den Körper durchoder umziehende Fasern. Auch der Keim-Dotterstock liegt unsymmetrisch.

Die Pfeilwürmer (Chaetognathen) machen äußerlich den Eindruck vollkommener Symmetrie. Betrachten wir uns aber einen Querschnitt, so werden wir sehen, dass diese zwar in der Verteilung der inneren Organe gewahrt ist, nicht aber in deren Lage. Darm und Ovarien liegen durchaus nicht genau an dem mathematisch ihnen zukommenden Platze, ebenso wenig wie die Umrisse des Darms oder selbst des ganzen Querschnittes sich mathematischen Figuren nähern.

Noch mehr gilt das Letztgesagte von den Rundwürmern, die gewissermassen 3 Baupläne in sich vereinigen: äußerlich den strahligen, in der Verteilung der meisten Organe den symmetrischen, in der Lage und der Verteilung einzelner Organe den regellosen. Vor Allem sind es schon die vielen unter der Haut verlaufenden Längsmuskeln, die durchaus keinen irgendwie geordneten Eindruck machen. Fast noch mehr gilt dies von den in zahllosen Windungen durcheinander laufenden Geschlechts-Röhren, den Ovarial- und Hodenschläuchen. Aber auch Lage und Umriß des Darmes, der Seitenlinie, der dorsalen und ventralen Längsnerven entsprechen durchaus nicht immer einem streng symmetrischen Bilde. Die Querkommissuren der Längsnerven, die sonst im Allgemeinen bei den Tieren ihrer segmentalen Anordnung wegen auch meist symmetrisch angeordnet sind, verteilen sich hier nicht immer gleichmäßig auf die beiden seitlichen Körperhälften. — Als physiologische Asymmetrie dürfen wir wohl die unregelmäßigen Spiralen der aufgerollten Muskel-Trichinen bezeichnen.

Strenger durchgeführt ist die Symmetrie bei den Ringelwürmern (Anneliden). Wenn auch ihr Querschnitt kein streng symmetrisches Bild ergibt, so ist die Verteilung der zahlreichen Organe auf beide Seiten doch eine recht gleichmäßige. Freilich darf man wohl kaum erwarten, dass sich die Borsten, Kiemen und die anderen Hautfortsätze auf beiden Seiten genau entsprechen, oder dass die zu einem Segmente gehörigen Schleifenkanäle der Hirudineen sich genau spiegelbildlich verhalten. Auch die zahlreichen Tastorgane sind durchaus nicht regelmäßig über die Haut zerstreut. Bei *Hirudo* bieten vor Allem der Penis und der Uterus asymmetrische Lage-Verhältnisse dar. — Gänzlich asymmetrisch sind die Würmer der Gattung *Spirorbis* [6], die in einer spiralig gewundenen Schale leben. Die Richtung der Windung ist konstant für jede Art. Bei den rechtsgewundenen Arten wird der Deckel vom 2. rechten Kiemenfaden gebildet, bei den links-

gewundenen von dem entsprechenden linken, also immer von dem der konkaven Seite. Die Borsten sind am zahlreichsten und größten auf der konkaven Seite, ebenso die Muskeln; die Eingeweide und Ovarien dagegen sind nach der konvexen Seite gedrängt. — Wie sich die übrigen Röhrenwürmer mit den völlig unregelmäßig gewundenen Röhren verhalten, scheint noch nicht untersucht. Mindestens dürfen wir bei ihnen aber eine physiologische Asymmetrie voraussetzen.

Bei den Prosopygiern veranlassen vor Allem wieder die Windungen des Darmes eine Asymmetrie, da sich natürlich rechte und linke Windungen nie genau entsprechen können. Während aber bei den Gephyreen der After noch in der Mittellinie liegt, ist er bei *Phoronis* von ihr abgertückt. Letztere Art zeichuet sich noch durch einen nur auf der einen Seite vorhandenen Längsnerven aus [19. I. p. 224]. — Bei den Moostierchen (Bryozoen) bietet der Tentakelkranz im einzelnen manche Unterschiede zwischen rechts und links dar; der Stielmuskel (*Funiculus*) ist unregelmäßig verzweigt und auch das Wassergefäß-System ist nicht streng symmetrisch. — Bei den Brachiopoden liegt der After rechts neben dem Munde.

Die Stachelhäuter (Echinodermen) scheinen äußerlich streng radiär gebaut, weshalb sie ja auch früher zu den Strahlentieren gestellt wurden. Indes genügt die Lage eines Organes, der Madreporenplatte, um aus der scheinbaren Strahlenform eine scheinbar symmetrische zu machen. Aber auch diese ist wieder nur scheinbar, indem auch sie meistens allein schon durch die Lage des Afters zersört wird. Der Bildungen, die bei den Stachelhäutern in symmetrischer Lage vorhanden sind, giebt es so viele, und sie sind so bekannt, dass ich sie nicht aufzuzählen brauche. Ich will mich nur an einige derjenigen halten, die die Symmetrie stören. Außerlich sind es vor Allem die die meisten Stachelhäuter umhüllenden Kalkplatten, die mehr oder minder unsymmetrisch liegen. Die gleichmäßigste radiäre Anordnung zeigen sie noch bei den regulären Seeigeln (*Regularia*). Aber die in der Symmetrie-Ebene zusammenstoßenden Ambulakral-, bzw. Interambulakral-Plättchen bilden keine einfachen geraden, sondern Zickzacklinien. Und auch bei den *Regularia* ist die Scheitelplatte unsymmetrisch. Viel auffälliger ist aber die Unregelmäßigkeit der Platten-Anordnung bei den beschalten Holothurien (*Psolus*), bei Krinoiden und am auffälligsten bei den ausgestorbenen Cystoideen (Seeäpfeln) [27. p. 148 ff.]. Durchaus unregelmäßig ist ferner die Verteilung der Stacheln, Pedzellarien und übrigen Fortsätze über das Skelet, wie auch die Stellung und noch mehr die Verzweigung der Arme bei den Haarsternen (Krinoiden). Die Verästelung der Nahrungsfurchen auf der Kelchdecke der Letzteren, der Ambulakralfurchen bei den Seeäpfeln und Seeigeln läßt sich in kein mathematisches System bringen. — Auch in der Anatomie finden sich mancherlei Abweichungen von der

Symmetrie. So ist der Darm bei den Seeigeln spiralg, bei den Holothurien S-förmig gewunden. Die Seesterne zeigen auch in ihrem Innern noch am meisten einen regelmäßigen Bau. Die weitgehendste Asymmetrie finden wir dagegen bei den Holothurien, bei denen die sogen. Wasserlungen, die Poli'schen Blasen, die Geschlechtsorgane u. s. w. ohne Ordnung im Leibe liegen. — Merkwürdiger Weise sind es aber nur die Cystoideen und die Seeigel, bei denen ich in der Litteratur Hinweise auf ihre Asymmetrie gefunden habe. Von Ersteren sagt Bronn in seinen Morphologischen Studien [4 p. 63]: „Dass man hier darauf verzichten muss, ein Gleichmaß der Körperform zu ermitteln“; und von Letzterem sagt A. Lang [19. IV. p. 931]: „Dass es, streng genommen, keine radiären Seeigelschalen und keine bilateral-symmetrischen giebt.“ — Die Larven der Stachelhäuter sind fast alle ziemlich genau zweiseitig gebaut.

Die Weichtiere (19. III.) sind die Klasse, bei der die Asymmetrie wohl am verbreitetsten ist. Namentlich sind es die Schnecken mit spiralg gewundenem Gehäuse, deren Körper die größten Abweichungen von der bilateralen Symmetrie erkennen lässt. Aber selbst bei den meisten der schalenlosen Schnecken (Hinterkiemer oder Opisthobranchier), oder der mit symmetrischer Schale (Napfschnecken oder Patelliden, Käferschnecken oder Chitoniden, einige Flügelschnecken oder Pteropoden) ist die Asymmetrie in der Lagerung der Organe ausgesprochen. Wirklich symmetrisch sind nur die Käferschnecken, die ursprünglichste Ordnung der ganzen Klasse, und die Elephanzähne (Scaphopoden), die am meisten ungebildete Gruppe der echten Schnecken. Bei den Napfschnecken ist immer der Eingeweide-Knäuel unsymmetrisch gewunden; der After, die Nieren-Oeffnungen liegen rechts; bei einigen Gattungen liegt die einzige Kieme links. Die innere Organisation der Flossenschnecken ist eine durchaus unsymmetrische. Fast alle Organe liegen immer nur auf einer Seite, so das Herz immer links, Geschlechts- und Nierenöffnung, sowie einige speziellere Organe rechts, der After bei den einen links, bei den anderen rechts. Die eine Kieme verschwindet. Einige Arten haben sogar eine spiralg gewundene Schale. Ebenso liegen bei den Hinterkiemern fast alle Organe einseitig, hier fast immer rechts. Nur einige Nacktkiemer nähern sich durch mediane Lage des Afters und der Kiemenbüschel wieder der Symmetrie. — Bei den Muscheln ist die Symmetrie viel besser innegehalten. Im Innern sind es eigentlich nur der vielfach durcheinander geschlungene Darm und die ihm anhängenden zahlreichen Leberlappen, die von ihr abweichen. An den Schalen ist selbst bei den am strengsten symmetrischen das Schloss unsymmetrisch, insofern als den Zähnen und Leisten der einen Seite Vertiefungen auf der anderen entsprechen. Nun giebt es aber bekanntlich eine ganze Menge von Muscheln mit mehr oder minder verschiedenen Schalen.

Die bekannteste von ihnen ist die Auster. Am stärksten aber bei den lebenden Muscheln sind die Ungleichheiten wohl bei der Gattung *Chama L.*, bei der die eine Schale einer riesigen, spiral gewundenen Schnecke gleicht, in deren Mündung die andere Schale manchmal gleich einem Schnecken-Deckel liegt. Noch weit übertroffen werden diese Ungleichheiten aber von den ausgestorbenen Rudisten. Es wäre unnatürlich, wenn diesen auffallenden Verschiedenheiten der Schale nicht mindestens auch beträchtliche des Weichkörpers entsprächen, bzw. entsprochen hätten. — Wieder als starr gewordene physiologische Asymmetrie kann man die Kalk-Gehäuse der Pfahlmuscheln und Gießkannenmuscheln (*Teredo* und *Aspergillum*) auffassen. — Die am höchsten stehenden Weichtiere, die Kopffüßler oder Tintenfische (Cephalopoden) sind wieder in hohem Grade symmetrisch. Nur der Eingeweide-Sack weicht, namentlich durch die spiraligen Windungen des Darmes, überall von der Symmetrie ab. Ferner funktioniert bei *Nautilus* nur die rechte Geschlechts-Oeffnung; bei vielen anderen Kopffüßlern ist nur die linke erhalten, wie überhaupt die Geschlechts-Organen nicht ganz symmetrisch sind. Die Schalen der Cephalopoden sind im Allgemeinen symmetrisch aufgerollt. Nur einige fossile Ammoniten (*Turrilites*, *Heteroceras*) haben spiralig gewundene Schalen [27. p. 414]. — Bei den Weichtieren ist es also fast ausnahmslos der Eingeweidesack, namentlich der gewundene Darm, der von der Symmetrie abweicht. Ihm reihen sich sehr häufig die Geschlechts-Organen, häufig auch die Kiemen, an. Bei der Schale könnte man fast von einer Tendenz zum Asymmetrisch-werden sprechen.

Die Krebstiere (Crustaceen) sind, wie alle Gliederfüßler, verhältnismäßig streng symmetrisch. Die Abweichungen sind im Allgemeinen gering. Selbst der Verdauungstrakt passt hier in die Symmetrie, da er in den meisten Fällen gerade vom Vorder- zum Hinterende verläuft. Dagegen sind die Geschlechts-Organen öfters asymmetrisch. So sind bei den Kopepoden häufig die Geschlechts-Drüsen, häufiger noch deren Ausführungs-Gänge und Mündungen nur einseitig ausgebildet [19. II. p. 382]. Bei den Dekapoden stellen teils die Hoden (Krabben), teils die Samenleiter (Flusskrebs), teils beide (Heuschreckenkrebs, *Squilla*) gewundene Schläuche dar, deren Windungen sich auf beiden Seiten natürlich nicht entsprechen [19. II. p. 386]. Beim Flusskrebs findet sich auch im Gefäßsysteme eine geringe Asymmetrie, indem die vom hinteren, unteren Ende des Herzens entspringende Sternalarterie an der linken oder an der rechten Seite des Darmes vorbei nach dem Subneuralgefäß hinabsteigt [19. II. p. 374]. Bei vielen Asseln wechseln die Ostien des Herzens rechts und links ab (19. II. p. 377). Die am häufigsten vorkommende Asymmetrie bei den Krebsen ist die ungleiche Ausbildung der Scheeren. W. Marshall [20. p. 40] fand bei 17 Paguriden (Einsiedlerkrebse) 8mal die linke, 4mal die rechte Scheere stärker und nur 5mal beide nahezu gleich. Von 100 Land-

krabben war bei 16 die rechte, bei 28 die linke Scheere stärker und zwar häufig enorm stärker; bei nichtschwimmenden Seekrabben hatten unter 272 Stück 158 eine wesentlich stärkere rechte, 35 eine stärkere linke Scheere. Aber auch andere Krebse, Flusskrebse, Hummern, Garneelen u. s. w. haben häufig ungleiche Scheeren. Dass die parasitischen Krebse häufig asymmetrisch sind, ergibt sich aus ihren Lebensgewohnheiten. Immerhin sind auch sie im Wesentlichen symmetrischer, wie andere parasitische Tiere. Doch bieten sie mehrere interessante Verhältnisse dar. So wird bei den sog. Fischläusen, Arguliden, und den Wurzelkrebsen, *Sacculina*, der Eierstock bereits asymmetrisch angelegt [19. II. p. 382, 383]; der Eileiter der ersteren ist zwar zuerst paarig, verkümmert aber später einseitig. Bei den Bopyriden, parasitischen Asseln, sind die in den Kiemenhöhlen anderer Krebse schmarotzenden Weibchen so schief, dass der Kopf auf die eine Seite gerückt ist, auf der dann die Segmente zusammengedrängt sind, während sie auf der anderen Seite sich verbreitern und emporrücken [20. p. 40]. Noch mehr sind die Entoniseiden, Verwandte der vorigen, umgeändert, deren Körper überhaupt jede Form verloren zu haben und nur noch aus unregelmäßigen Lappen zu bestehen scheint. Am wunderbarsten sind schließlich die Einsiedlerkrebse, die sich leere Schneckenschalen zum Schutze ihres weichen Hinterleibes aussuchen, deren spiralgige Drehung dieser dann auch annimmt, wodurch also zugleich auch die in ihm gelegenen Organe zwar noch beiderseitig von seiner Mittelebene, aber nicht mehr von der des Vorderkörpers liegen. Eine physiologische Asymmetrie kann man schließlich wohl die bei vielen, namentlich höheren Krebsen so beliebte Gewohnheit nennen, seitwärts zu laufen, was unseren an symmetrische Bewegung gewohnten Sinuen höchst sonderbar vorkommt.

Die Tausendfüße (Myriapoden) sind ebenso wie der *Peripatus*, soweit ich feststellen konnte, streng symmetrisch gebaut. Nur bei einigen Formen winden sich die Malpighi'schen Gefäße um den Darm herum.

Auch die Spinnentiere (*Arachnoidea*) weichen nur sehr wenig von der strengen Symmetrie ab. Hier sind es namentlich die Geschlechtsdrüsen und ihre Ausführungsgänge, die öfters vielfach und unregelmäßig gewunden sind. Als physiologische Asymmetrie dürfen wir wohl wieder das Seitwärtslaufen der Skorpione, uns am besten bekannt vom Bücherskorpion, bezeichnen. Ob die so regelmäßigen, meist strahligen Netzfiguren der Webspinnen sich auch physiologisch oder nur rein physikalisch erklären lassen, darüber sind meines Wissens noch keine Untersuchungen angestellt.

Die Insekten bewahren ebenfalls die durch den starren Panzer der Gliedertiere gebundene Symmetrie in hohem Maße. Doch finden sich auch recht beträchtliche Abweichungen. Der oft ungeheuer lange

Darm muss sich in viele Windungen legen, die sich natürlich nicht symmetrisch verhalten können. Auch die Malpighi'schen Gefäße sind meist wirr durcheinander gewunden. Der oft so ungemein umfangreiche Fettkörper füllt alle vorhandenen Lücken ohne Rücksicht auf Symmetrie aus. Und wieder sind es die Geschlechtsapparate, die Drüsen, ihre Ausführungsgänge und Anhangsorgane, die zumal durch ihre Windungen nicht in die Symmetrie des äußeren Körpers passen. Immerhin sind sie mit Ausnahme einiger Ohrwürmer (Forficuliden) wohl immer doppelt. Nur bei diesen verkümmert der eine Samenleiter; der andere rückt nach der Mitte zu [19 II, p. 500]. — Jedem Insekten-Sammler ist es bekannt, dass kleine Ungleichheiten in den Gliedmaßen, wie überhaupt in der Bewehrung der Chitinpanzers auf beiden Seiten recht häufig sind. Nach Marshall [20, p. 41] giebt es „einige wenige Käfer mit ungleich entwickelten Kiefern“, bei denen also die Asymmetrie feststehend geworden ist. Beim männlichen Hirschkäfer gleichen sich die beiderseitigen, mächtig entwickelten Kinnbaeken nur selten völlig. Seudder und Burgess [24] haben eine feststehende Asymmetrie in den Geschlechtszangen einiger Schmetterlinge beschrieben. Bei allen bis jetzt bekannten Arten der Nisoniaden, einer Familie der Hesperiden, ist die linke Zange mit sehr wenig Ausnahmen stärker entwickelt als die rechte. Das gleiche hatte früher schon Loew bei den Syrphiden und Pipunkuliden, Familien der Fliegen, nachgewiesen. — Während die Flügel im Allgemeinen sehr symmetrisch gezeichnet und gefärbt sind, ist nach W. Marshall [20, p. 41] „bei einigen Schlupfwespen und Grillen die Nervatur der Flügel etwas verschieden rechts und links, besonders bei letzteren durch eine ungleiche Entwicklung der Schrilleisten“. — Ganz asymmetrisch werden, wenigstens in der Färbung, die Flügel einiger Orthopteren, indem immer der eine Vorderflügel sich in der Ruhelage über den inneren Teil des anderen lagert, der dadurch eine andere Farbe erhält. Herr Dr. Standfuss in Zürich machte mich s. Z. auf diese Verhältnisse aufmerksam, und Herr Dr. von Brunn vom hiesigen naturhistorischen Museum war so liebenswürdig, mit mir dessen reichhaltige Sammlung daraufhin durchzusehen. Es handelt sich dabei um Angehörige der Familien der Fangheuschrecken (*Mantidae*) und Schaben (*Blattidae*). Wir fanden bei mehreren Arten der Gattung *Gyna* Burm. den linken Vorderflügel den rechten zum Teil bedeckend; der freie Teil des rechten Flügels war bestäubt, wie der ganze linke, der bedeckte durchscheinend. Bei *Blabera* Burm. waren die Lage-Verhältnisse dieselben, der linke Flügel war mehr und dunkler gefleckt. Bei *Epilampra verticalis* Burm. deckte ebenfalls der linke Flügel den rechten; letzterer war im bedeckten Teile teils heller, teils dunkler gefärbt, als der linke. Bei *Odontomantis javana* Sss. dagegen waren die Lage-Verhältnisse wechselnd. Bei 3 ♂ und 2 ♀ deckte der rechte, bei 2 ♂ und 4 ♀ der

linke Flügel. Der freie Flügel war grün, der andere im freien Teile grün, im bedeckten rot durchscheinend. Marshall erwähnt desgleichen von *Corydia petiverana* L. und *Hormatica tuberculata* Burm. [20, p. 41]. Die gleiche asymmetrische Flügellage, aber ohne Unterschiede in der Bildung der Flügel, ist überhaupt bei den Orthopteren sehr verbreitet, findet sich aber auch bei den Termiten, vielen Wanzen und der Reblaus. — Bei der mir augenblicklich am besten bekannten Insektengruppe, den Schildläusen, finde ich auffällige Asymmetrien in der charakteristischen Bewehrung des Hinterendes des Weibchens mit Chitinlappen, -platten, -haaren, Einschnitten u. s. w., die für die Bestimmung der Arten in erster Linie in Frage kommen. Man findet kaum jemals ein Individuum, bei dem diese Gebilde auf beiden Seiten sich gleich verhalten. Auch die Zahl der Poren der um die Geschlechtsöffnung liegenden Drüsengruppen schwankt auf beiden Seiten oft ganz beträchtlich, wie folgende kleine Tabelle zeigt:

| | ant.-laterale Gruppe | | post.-laterale Gruppe | |
|--|----------------------|-------|-----------------------|-------|
| | rechts | links | rechts | links |
| <i>Aspidiotus aequalis</i> Putn. | 5 | 7 | 6 | 9 |
| „ <i>articulatus</i> Morg. | 8 | 6 | 5 | 3 |
| „ <i>nerii</i> Beh. | 11 | 9 | 8 | 6 |
| „ „ „ | 10 | 11 | 7 | 6 |
| „ „ „ | 11 | 9 | 9 | 6 |
| „ „ „ | 11 | 8 | 6 | 6 |
| „ „ „ | 7 | 7 | 4 | 5 |
| „ „ „ | 9 | 7 | 5 | 5 |
| „ „ „ | 18 | 9 | 5 | 9 |
| <i>Mytilaspis fulva</i> Targ. | 12 | 13 | 10 | 9 |
| „ <i>pomorum</i> Beh. | 10 | 12 | 11 | 13 |
| <i>Chionaspis minor</i> Mask. | 18 | 18 | 21 | 17. |

Die Tabelle zeigt zugleich das völlig Regellose dieser Unterschiede.

Eine rein physiologische Abweichung von der Symmetrie stellen die Schilde der Komma-Schildlaus (*Mytilaspis pomorum* Beh.) und ihrer Verwandten dar. Sie sind, wie der Name sagt, alle kommaförmig gebogen, ohne Bevorzugung einer Seite. Das Tier selbst bleibt symmetrisch; und da es den Schild nicht ganz ausfüllt, kann dessen krummes Wachstum nur durch regelmäßig einseitige Bewegung des Tieres erklärt werden. Zu den asymmetrischen Bewegungen dürfen wir wohl auch die merkwürdig kreisenden Schwimmfiguren der Dreh- oder Taumelkäfer (Gyriniden) rechnen. — Jedem Beobachter sind die sonderbaren durchaus unregelmäßigen Stellungen und Bewegungen der Stab-Heuschrecken aufgefallen, die sich so sehr von denen der übrigen Insekten unterscheiden. — Nicht zu erwähnen will ich vergessen die namentlich bei Schmetterlingen nicht seltenen echten und falschen Zwitter, wobei die eine Seite des Insektes die Bildung, Zeichnung und Färbung des Männchens, die andere die des Weibchens aufweist.

Die Manteltiere (Tunicaten) weichen zum Teil, namentlich die festsitzenden Seescheiden (Ascidien), in ihrer äußeren Gestalt so sehr von der Symmetrie ab, dass sie mehr Klumpen als Formen sind. Die verhältnismäßig symmetrischen Salpen haben einen durchaus unregelmäßigen Eingeweideknäuel. Am symmetrischsten sind noch die Appendikularien und die Larven der Seescheiden, die sog. Copelaten.

Die Wirbeltiere gelten im Allgemeinen als Muster von Symmetrie. Und doch sind gerade bei ihnen die Abweichungen davon besonders häufig oder aber wenigstens besonders gut bekannt. Selbst am Skelete, das doch im Ganzen recht symmetrisch gebaut ist, sind Asymmetrien sowohl im Ganzen, als auch im Einzelnen recht häufig. Am bekanntesten hierfür ist das Skelet der Plattfische, auf das wir später noch einmal genauer zurückkommen werden. Von Vögeln beschreibt R. Collet [8] Asymmetrien am Schädel von Eulen, *Strix tengmalmi* und *richardsoni*. Bei den Eulen hat das Schuppenbein des Schädels, das os squamosum, eine Leiste zur Stütze des Gehörorgans. Diese Leiste ist bei den genannten Arten auf beiden Seiten ungleich ausgebildet. Rechts erstreckt sie sich weit nach oben-hinten, links nach unten und endigt weiter vorne. Hierdurch werden noch einige andere, kleinere Asymmetrien bedingt. — Bei einigen Vögeln zeigt der Schnabel recht auffallende Asymmetrie. So kreuzen sich beim Kreuzschnabel der verlängerte Ober- und Unterschnabel, allerdings ohne bestimmte Regel. Bei einigen Strandläufern ist er mehr oder weniger seitwärts gebogen, am meisten bei *Anarhynchus frontalis* von Neu-Seeland, bei dem er in der Mitte plötzlich nach links abbiegt, in einem Winkel von 45° [20, p. 44]. Sehr bekannt sind auch die Zahnwale wegen ihres schiefen Schädels. Hier sind am eigentlichen Schädelteile die Knochen der rechten Seite stärker ausgebildet, am Gesichtsteile die der linken Seite. Namentlich sind die beiden Zwischenkiefer ungleich. Aber auch alle anderen Säugetierschädel, man nehme welchen man will, zeigen kleine Abweichungen. Am leichtesten sind zu erkennen die Unregelmäßigkeiten im Verlaufe der Nähte, namentlich auf Schädeldach und -Basis, und Unterschiede in den Wölbungen. Deutlicher treten sie hervor, wo Leisten, Kriste, über die Peripherie des Schädels hervortreten, wie beim Orang-Utan und Gorilla. Während aber bei den Säugetieren diese Asymmetrien der Schädelknochen äußerlich nicht wahrzunehmen sind, prägen sie sich am menschlichen Kopfe auch äußerlich in der Form aus. Die eigentlichen Schädelknochen sind hier auf beiden Seiten verschieden gekrümmt, meist links stärker als rechts; dagegen sind die rechten Gesichtsknochen meistens stärker und länger [1, p. 28], daher auch die Nase gewöhnlich rechts stärker ist als links, oder, wie man sich ausdrückt, nach rechts gebogen ist. Bei einigen Menschen ist diese Schiefheit des Gesichtes bekanntlich sehr auffällig; vorhanden ist sie aber

überall, so dass Michelangelo sagen konnte, dass auf dieser ungleichseitigen Ausbildung das Anziehende und der Reiz des menschlichen Angesichts beruhe, insoferne, als ein durchaus regelmäßiges Gesicht, wie das von Puppen oder Modezeitungs-Bildern, kalt lasse. Die Unterschiede in der Ausbildung der rechten und linken Gliedmaßen will ich nachher eingehender erörtern. Auch die anderen Skeletteile sind öfters in verschieden hohem Grade asymmetrisch ausgebildet. So ist die Wirbelsäule meistens etwas nach rechts gekrümmt, am meisten zwischen 4. und 5. Rückenwirbel [1, p. 28], was vielleicht mit der stärkeren Ausbildung des rechten Armes zusammenhängt, also nicht pathologisch ist, wie ihre nur zu häufigen Verbiegungen und Verkrümmungen. Die Rippen sind häufig ungleich ausgebildet und ziehen dadurch auch das Brustbein etwas nach einer Seite. Namentlich die Schwankungen an den ersten und letzten Rippen, Rückbildung der zwölften oder Ausbildung einer dreizehnten, betreffen oft nur die eine Seite. Beim Menschen sind diese Verhältnisse bekannt genug. Pagenstecher führt einen Fall einer einseitigen 13. Rippe bei einem Zebra-Skelet, einen Fall einer einseitigen Halsrippe bei einem Faultierskelet an [22, p. 172]. Ebenso ist das Kreuzbein häufig asymmetrisch in Folge von Aus- oder Rückbildung der Rippenfortsätze der ersten Sakralwirbel [10 I, p. 253]. Nach Prochownik [23, p. 26] hatten von 44 Südsee-Becken 21 einen größeren rechten, 10 einen größeren linken und 13 einen beiderseitig gleichen Durchmesser.

Im Muskelsysteme sind Asymmetrien schwerer zu beobachten und daher seltener festgestellt. Am leichtesten sind sie noch zu sehen bei kleinen Wirbeltieren, durch die man Querschnitte machen kann. Betrachtet man z. B. solche von Amphioxus, von kleineren Fischen, von Amphibienlarven u. s. w., so wird die Ungleichheit im Verlaufe der Muskelscheidewände (Myokommata) und damit auch der Muskelbündel auf beiden Seiten sofort in die Augen fallen. Von den Vögeln sollen sich bei der Taube die beiden Musculi sternotracheales rechts an die Luftröhre ansetzen [22. 165]. Charakteristisch beim Menschen ist die unsymmetrische Ausbildung des Zwerchfelles, dessen rechter Teil stärker ist und höher in die Brusthöhle hineinragt als der linke, und dessen rechte Ausläufer auch etwas weiter nach unten gehen. Muskel mit mehreren Ursprungs- oder Endigungszacken haben davon oft eine auf beiden Seiten verschiedene Zahl; ich erwähne nur den Musculus triangularis sterni [10 I, p. 391]. Auch rudimentäre Muskeln, wie sie namentlich im Gesichte, am Becken, an Händen und Füßen vorkommen, sind oft einseitig.

Der im Allgemeinen aus gewundenen Röhren mit verschiedenen Anhängen bestehende Verdauungstrakt kann sich naturgemäß der Symmetrie nicht strenge fügen. Aber schon bei seinen Anfangsorganen, den Zähnen, finden sich auffallende Asymmetrien. Bei einigen zu den

Cyprinodonten gehörigen Fischen stehen nach E. v. Martens [21] die Schlundzähne auf beiden Seiten dergestalt verschieden, dass sie ineinander passen, wie die Schlosszähne der Muschelschalen. — Bekannt ist die merkwürdige Ausbildung nur eines, gewöhnlich des linken Stoßzahnes beim männlichen Narval. Angelegt werden beide Zähne, aber der rechtsseitige verkümmert wieder, wohl im Anschlusse an die schwächere Ausbildung der rechten Gesichtshälfte bei den Walen. Vom Menschen teilte mir mein Freund, Zahnarzt Kraft, mit, dass die Zähne der linken Seite eher und mehr verderben, als die der rechten, was er damit erklärt, dass die meisten Menschen auf der rechten Seite schlafen, wodurch die Zähne der rechten Seite die ganze Nacht über von reinigenden Speichel umflossen werden. — Wenn wir den Kiemen Darm des Amphioxus hierher rechnen wollen, so ist hier eine deutliche Asymmetrie vorhanden, insofern, als er nach links hinübergedrückt ist, um der rechten, rückläufigen Leber-Windung des Darmes Platz zu machen. Bei den Vögeln hat G. Swenander im Zool. Anzeiger, Nr. 583 auf eine Asymmetrie des Kropfes aufmerksam gemacht. Bei den Hühnern entsteht dieser als eine nach der rechten Seite gewundene Schleife des Schlundes. — Der Magen liegt nur bei niederen Fischen als einfache Erweiterung des gerade gestreckten Darmes in der Mittellinie des Körpers. Bei allen höheren Wirbeltieren krümmt er sich, meistens unter Ausbildung einer Art Blindsack, und rückt dadurch aus der Mittellinie heraus. Bei den Säugetieren, namentlich beim Menschen, erreicht diese schiefe Lage ihren Höhepunkt, so dass er ganz nach links zu liegen kommt und sich zugleich um seine Längs- und Queraxe dreht. Der eigentliche Darm verläuft nur bei wenigen niederen Fischen grade; sonst ist er immer mehr oder weniger gewunden, namentlich bei Pflanzenfressern, und rückt so völlig aus der Symmetrie heraus. Der After bleibt mit 2 Ausnahmen immer in der Mittellinie; diese Ausnahmen sind: der Amphioxus, wo er links liegt, und die Plattfische, wo er auf die dem Boden zugekehrte Seite rückt. Mit dem Darne kommen auch seine Anhänge: Leber, Pankreas, Blinddarm u. s. w. aus der Symmetrie heraus. Und selbst, wo sie der Lage nach symmetrisch sind, wie z. B. die Leber bei Amphibien und Eidechsen, zerfallen sie unsymmetrisch in 2—3 Lappen. Beim Menschen kommen Leber und Blinddarm bekanntlich, im Gegensatze zum Magen, nach rechts zu liegen; umgekehrt atrophiert beim Pferd z. B. der rechte Leberlappen [22, p. 167].

Unter den Atmungsorganen müssen wir zuerst wieder den links liegenden Kiemendarm des Amphioxus erwähnen. Die Luftröhre steigt immer in der Mittellinie des Körpers hinab. Bei vielen Vögeln aber verlängert sie sich ganz bedeutend und muss sich dann natürlich in Windungen legen, die entweder schleifenförmig (Schwan und Kranich) oder spiralförmig (*Manucodia*) werden [26, p. 443, 444]. Ihre Aeste

nach der Teilung sind, wo die Lungen ungleich sind, ebenfalls ungleich; beim Menschen ist der linke Ast länger und enger als der rechte und verläuft steiler. Auch die Lungen selbst sind häufig ungleich ausgebildet. Bei den Säugetieren besteht die rechte Lunge meistens aus 3, die linke aus 2 Lappen [26, p. 457], die auch in ihrer Vereinigung keine symmetrischen Bilder geben. So ist beim Menschen, selbst schon beim älteren Embryo, die rechte Lunge breiter, niedriger, die linke schmaler, länger. Beim Maulwurf ist die linke Lunge ungelappt, die rechte 5lappig und 3—4mal so groß als jene; einzelne ihrer Lappen greifen beträchtlich auf die linke Seite hinüber [26, p. 457]. — Die stärkste Ausbildung der Lungenlappen finden wir bei den Vögeln, wo sie sich fortsetzen in Luftsäcke, die nicht nur die Hohlräume der Leibeshöhle erfüllen, sondern sich sogar in die Knochen, selbst bis in die des Schädels erstrecken. Natürlich zeigen auch diese Säcke mancherlei Asymmetrien. Auch bei einigen Eidechsen, namentlich bei *Chamaeleon*, finden sich solche Fortsätze, allerdings noch nicht in so riesiger Ausdehnung, aber mit deutlicher Asymmetrie, indem die linke Lunge mit ihren Fortsätzen länger und schmaler, die rechte kürzer und breiter ist [26, p. 450]. Am größten ist diese Asymmetrie aber bei den Schlangen, wo überhaupt nur die linke Lunge ausgebildet, die rechte rudimentär ist.

Die Urogenitalorgane sind wenigstens bei den höheren Wirbeltieren ebenfalls ziemlich asymmetrisch, während sie bei den niederen streng segmental sind. Allerdings liegt bei einigen Fischen, nach v. Martens [21], die Geschlechtsöffnung auf der Seite. So fand er bei *Jenynsia* und *Anableps* (Cyprinodonten aus Süd-Amerika) die männliche Geschlechts-Oeffnung 15mal rechts, 8mal links; die weibliche Geschlechts-Oeffnung lag 23mal rechts, 36mal links. Zur Begattung gehören rechte Männchen und linke Weibchen und umgekehrt zusammen. Bei den fußlosen Reptilien, den Schlangen und Amphibänen, z. T. auch bei anderen Eidechsen, finden die beiderseitigen Nieren und Geschlechtsdrüsen nicht nebeneinander Platz, sondern müssen sich hintereinander reihen [26, p. 565, 579]. Bei den Vögeln sind die Nieren noch symmetrisch ausgebildet, von den Hoden ist aber meist der linke der größere; von den Eierstöcken tritt sogar nur noch der linke in Thätigkeit, während der rechte samt seinem Eileiter verkümmert. Das letztere ist auch der Fall bei den Monotremen, während sonst bei den Säugetieren die Urogenitalorgane ziemlich gleichseitig ausgebildet sind und liegen. Indess liegt beim Menschen die linke Niere fast immer etwas höher als die rechte, und, umgekehrt, der rechte Hode etwas höher als der linke. Auch findet der Descensus der Hoden (das Herabsinken aus der Leibeshöhle in den Hodensack) nicht gleichzeitig auf beiden Seiten statt. Nicht selten ist bei der Geburt der eine Hode noch unterwegs oder bleibt immer im Körper

[10. II, p. 147]. — Nach der Theorie des Küsters Henke, die in neuester Zeit wieder durch G. Hermann [17] verfochten wird, soll bei den Säugtieren die jeweilige rechte Geschlechtsdrüse männliche, die linke weibliche Keime liefern. — Noch zu erwähnen ist schließlich der einseitige oder laterale Hermaphroditismus, der sich bei Cyprinoiden (Karpfen) und Haussäugetieren, namentlich beim Schweine, häufig findet, bei dem auf der einen Seite eines Individuums die männlichen, auf der anderen die weiblichen Geschlechtsorgane vorhanden sind.

Im Blutgefäßsystem ergibt sich eine beträchtliche Asymmetrie durch die allmählich immer schärfer werdende Trennung des Herzens in eine linke arterielle und eine rechte venöse Hälfte. Bei den Fischen ist sie noch nicht vorhanden; und hier sind denn auch das Herz und die davon abgehenden Gefäße noch streng symmetrisch. Bei den Amphibien sind bereits die Vorkammern scharf getrennt, während die Herzkammer selbst noch einheitlich ist. In Folge dessen sind auch die Gefäße noch ziemlich symmetrisch. Bei den Reptilien ist auch die Herzkammer, wenn auch noch unvollständig, getrennt; bei den Vögeln und Säugetieren ist diese Trennung vollständig, und damit ergibt sich auch ein durchaus unsymmetrischer Verlauf der vom Herzen abgehenden, bzw. zu ihm zurückkehrenden Gefäß-Stämme. Dadurch, dass das Herz dann auch noch aus der Mittellinie herausrückt (beim Menschen, den Menschenaffen und dem Maulwurfe liegt es links [20, p. 43]) und, wie namentlich beim Menschen, eine schiefe Stellung bekommt, wird die Asymmetrie hochgradig. — Dass sich in den weiteren Verzweigungen der Gefäße, namentlich in den Haargefäß- (Kapillar-) Netzen mancherlei Asymmetrien ergeben, ist selbstverständlich und jedem Anatomen bekannt. — Auch die Milz rückt aus der Mittellinie des Körpers heraus, meistens, wie auch beim Menschen, auf die linke Seite [26, p. 27].

Das Nervensystem und die Sinnesorgane sind im Allgemeinen symmetrischer als die anderen Organ-Systeme. Allerdings ist beim Menschen die linke Hirnhälfte meist größer als die rechte; und dass der Verlauf der Nerven auf beiden Körperseiten nicht immer symmetrisch erfolgt, ist selbstverständlich. Von Sinnesorganen soll bei einigen Walen das rechte Auge größer sein, als das linke [20, p. 42]. — Vom Menschen wissen wir, dass in weitaus den meisten Fällen rechtes und linkes Ohr, rechtes und linkes Auge schon äußerlich nicht ganz gleich sind, dass aber namentlich deren Thätigkeiten sich auf beiden Seiten ungleich verhalten. Fast immer hört oder sieht das eine Ohr, bzw. Auge schlechter als das andere und wird leichter von Krankheit befallen. — Eine Art pathologischer Asymmetrie ist wohl die Erscheinung bei den halbhängeohrigen Kaninchen, bei denen das eine Ohr länger und breiter ist als das andere und daher herabhängt, während dieses aufrecht steht [9. I, p. 133]. Uebrigens hat diese äußere Un-

gleichheit weitere im inneren Bau, namentlich in dem des Schädels, zur Folge.

Auch bei der Haut und ihren Anhangs-Gebilden lassen sich Asymmetrien nachweisen. Beim Amphioxus sind die beiderseitigen Mantelfalten durchaus nicht entsprechend gleich. Wenn wir beim Menschen die Hautfalten und -Linien der beiden Körperhälften vergleichen, finden wir dasselbe. Namentlich schön können wir diese Ungleichheit bei den großen Linien der Handflächen sehen, aus denen Wahrsagerinnen uns unser Schicksal voraussagen wollen, und die wohl bei keinem Menschen auf beiden Seiten gleich sind. — Wie sich die Schuppen der Fische und Reptilien verhalten, weiß ich nicht. Die Federn der Vögel, mit Ausnahme der größeren Konturfedern, verhalten sich aber auf beiden Seiten nicht mehr ganz gleich, wie wir am schönsten beim Halmenschwanz sehen können. Namentlich soll auch beim *Anarhynchus frontalis*, jenem oben erwähnten Vogel mit dem stark seitwärts gekrümmten Schnabel, das Gefieder unsymmetrisch sein [16, p. 19]. Indess fallen bei der Mauser wieder die entsprechenden großen Konturfedern auf beiden Seiten gleichzeitig aus. Wie sich die Haare im Allgemeinen verhalten, dürfte schwer festzustellen sein. Nur wo sie sich zu Stacheln vergrößern, lässt sich bei diesen leicht eine Asymmetrie beobachten. So wirft das Stachelschwein seine Stacheln nicht symmetrisch ab, sondern ganz unregelmäßig. Wenn wir uns einen Menschen näher betrachten, so sehen wir fast immer kleine Unterschiede in Färbung und Ausbildung der Kopfhaare, besonders deutlich am Barte; und Mancher muss sich die größte Mühe geben, seine beiden Barthälften wenigstens in ihren Umrissen möglichst gleich zu gestalten. Meistens ist die rechte Hälfte stärker entwickelt. — Bei den gepanzerten Wirbeltieren, den Schildkröten, Schuppen- und Gürteltieren, sind die Unterschiede in der Bepanzerung zwischen rechts und links leichter festzustellen, wenn sie auch oft nur gering und fast nur an dem Verlauf der Nähte zu erkennen sind. Größer sind sie dagegen wieder bei den Gehörnen und Geweihen, wie man sich an jedem ausgestopften Hirsche überzeugen kann. — Zu den Hautorganen gehören auch die Brustwarzen. Wenn davon überzählige vorhanden sind, sitzen sie sehr häufig nur auf einer Seite.

Hier wollen wir auch die Zeichnung der Tiere anschließen. Es ist eine merkwürdige Sache, dass bei den meisten Zoologen die Ansicht verbreitet ist, dass die Tiere symmetrisch gezeichnet seien [20, p. 36]. Das gilt, allerdings auch nur in mehr oder minder hohem Grade, für die niederen Tiere, namentlich die Gliedertiere, weniger für die Vögel, gar nicht für die Säugetiere und andere Wirbeltiere. Nehmen wir z. B. einen Stieglitz, so sehen wir die Zeichnung auf beiden Seiten ziemlich symmetrisch; gar nicht symmetrisch ist aber der rote Stirnfleck. Nehmen wir dagegen gefleckte Tiere, etwa einem Feuer-Sala-

mander (*Salamandra maculosa*) oder eine Unke (*Bombinator igneus*) oder eine Krustenechse (*Heloderma horridum*) oder einem Panther oder Jaguar, immer sehen wir eine recht große Unregelmäßigkeit in der Verteilung der Flecken. Dasselbe finden wir bei gestreiften Tieren, z. B. beim Zebra oder Tiger; auch hier ist der Verlauf der Streifen nichts weniger als symmetrisch.

Embryonal sind die Abweichungen von der Symmetrie meist nicht so stark oder gar nicht vorhanden. So legen sich z. B. Lunge, Herz, Magen, Leber u. s. w. embryonal völlig symmetrisch an. Auch die Anlage der Muskelbündel des Amphioxus, der Fische u. s. w. (siehe ob. S. 637) erfolgt symmetrisch [11, p. 606]. Die Ausbildung der Asymmetrie erfolgt erst später, meist allerdings schon gegen Ende des Embryonallebens. Dagegen ist die Körperform der Embryonen oft unsymmetrisch, da diese meistens mit einem minimalen Raume auskommen müssen. Namentlich trifft das natürlich für Tiere zu, die sich in einem Eie entwickeln. So sind die jungen Vögel spiralgig gekrümmt [2, p. 13], die Schlangen legen sich in viele Windungen [20, p. 38].

Es erübrigt nun noch die Asymmetrie der Plattfische und die Rechtshändigkeit des Menschen näher zu betrachten. Bei den ersteren [22; 20] finden wir die einzig in der Tierreihe dastehende Erscheinung, dass die morphologischen Rücken- und Bauchseiten nicht den biologischen entsprechen. Das will heißen, dass das, was bei den Plattfischen Bauch oder Rücken zu sein scheint, in Wirklichkeit rechts und links ist, und, was rechts und links zu sein scheint, in Wahrheit Bauch oder Rücken ist. Die Plattfische legen sich also ständig auf eine Seite. Das hat vor Allem große Verschiedenheit in dem Aussehen der beiden Seiten zur Folge. Die biologische Bauchseite wird hell und farblos, bezw. weiß und zart; die biologische Rückenseite ist gefärbt, oft sehr lebhaft und bunt und mit zahlreichen Hautverknöcherungen versehen. Die einseitige Lage bedingt ein Schiefwerden des Mundes, der zugleich seitlich zu stehen kommt. Der After bleibt meistens an seiner Stelle; nur bei einigen Zungen (*Solea* etc.) rückt er auf die blinde Seite. Am auffallendsten ist das Hinaufrücken des zur unteren, farblosen Seite gehörigen Auges auf die obere gefärbte, meist etwas weiter nach hinten als das zu dieser gehörige. Auch die Nasenlöcher werden etwas unsymmetrisch, indem das der blinden Seite etwas hinter und über dem der sehenden sitzt. Die Flossen bleiben im Allgemeinen normal; nur bei einigen Zungen können eine oder beide Brustflossen fehlen. Natürlich sind mit Allem dem auch zahlreiche Asymmetrien im inneren Bau verbunden, namentlich im Gesichtsteile des Schädels. Die Stirn- und Kieferknochen sind besonders hochgradig asymmetrisch und mit letzteren ist es auch das Gebiss. So fand Marshall bei einer Scholle im linken Zwischenkiefer 23, im rechten nur 5 Zähne, im linken Unterkiefer 28, im rechten 5. Immer ist

naturgemäß die Bezeichnung der Kiefer der unteren Seite stärker als die der oberen. Damit ist selbstverständlich auch eine Verschiedenheit in der Thätigkeit der beiden Mundhälften verknüpft. Nach Heincke frisst die zur unteren Seite gehörige Hälfte, während die der oberen Seite atmet. — Die Weichteile scheinen im Allgemeinen symmetrischer zu sein; indess ist das Gehirn etwas um seine Längsaxe gedreht, so dass die Teile der blinden Seite etwas höher liegen und größer sind, als die der sehenden. — Diese ganze Asymmetrie der Schollen ist nicht angeboren, bezw. bei den Jungen noch nicht äußerlich ausgeprägt. Sie sind noch symmetrisch, fangen aber bald an, sich immer auf eine Seite zu legen. Die Wahl dieser Seite wechselt bei den verschiedenen Gattungen. So wird bei den Butten (*Rhombus* u. s. w.) die rechte, bei den Schollen und Zungen (*Pleuronectus* und *Solea*) die linke Seite blind. Indess giebt es auch bei jeder Art eine Anzahl andersseitiger Individuen. Die Erklärung der Asymmetrie der Plattfische wird uns später zu beschäftigen haben.

Ueber die Rechtshändigkeit des Menschen sind die Ansichten sehr verschieden. Die einen halten sie für angeboren, die anderen für anerzogen. Auf jeden Fall lässt sie sich anatomisch begründen. Es giebt eine ganze Anzahl anatomischer Messungen, auf die einzugehen keinen Zweck hat, die aber beweisen, dass bei weitaus den meisten Menschen, annähernd 99%, der rechte Arm in seinen Knochen und Muskeln stärker ist als der linke; Knochen und Muskeln sind messbar schwerer. Umgekehrt, aber nicht so häufig, ist das linke Bein stärker als das rechte. Mit den Knochen und Muskeln der Gliedmaßen nehmen natürlich auch die dazu gehörigen Gefäße und Nerven, sowie die benachbarten Körperteile an Stärke ab oder zu, und so dehnt sich diese Asymmetrie über den ganzen Körper aus, wenn auch meistens durch Messungen nicht mehr nachweisbar. Wir können dabei zweierlei Asymmetrien unterscheiden, eine gekrenzte, bei der rechter Arm und linkes Bein vorherrschen, und eine einseitige, wobei beide Gliedmaßen einer Seite stärker sind als die der anderen. Indess ist die Stärke nicht allein maßgebend. So macht Budde [5] darauf aufmerksam, dass die meisten Menschen, wenn sie im Dunkeln eine Treppe steigen wollen, mit den schwächeren rechten Beine tasten, oder dass, während sie gewöhnlich mit dem rechten Bein abspringen, sie dann mit dem linken Beine abspringen, bezw. mit dem rechten Fuße zuerst den Boden zu berühren trachten, wenn dieser irgendwie Schwierigkeiten bietet. Es ist also das schwächere rechte Bein doch insofern das bevorzugte, als es zum Tasten dient und daher viel feiner mit Nerven versehen ist. Vielleicht beruht es auch auf der besseren Ausbildung der rechten Seite, dass die linke Gehirnhälfte gewöhnlich größer ist als die rechte.

Zur rein physiologischen Erklärung der Rechtshändigkeit dürfte das Verhalten der beiden großen Schlagadern genügen, die aus dem Herzen nach den Armen gehen. Die Aorta entspringt nach rechts vom Herzen und die rechte Schlüsselbein-Arterie (*Subelavia dextra*) ist die erste, die von ihr abgeht. Sie erhält also den stärksten Druck. Die linke Schlüsselbein-Arterie (*Subelavia sinistra*) ist dagegen erst die 4. von der Aorta abgehende Arterie. Dazu hat die rechte Schlüsselbeinader meistens gemeinsamen Ursprung mit der rechten Carotis, während die linke allein und für sich entspringt. Erstere bietet also der eindringenden Blutwelle eine viel weitere Oeffnung dar als letztere. Das Endergebnis dieser Unterschiede ist also, dass der rechte Arm besser mit Blut versorgt, d. h. ernährt wird als der linke. — Diese Verhältnisse sind so sehr durch die Vererbung befestigt, dass sie schon sehr früh im Embryonalleben auftreten.

Allein, könnte man nun fragen, sind nicht diese Unterschiede erst entstanden durch die Rechtshändigkeit? Die Frage dürfte wohl kaum bestimmt zu beantworten sein. Mir scheint, als dürfte man sie nicht unbedingt mit ja beantworten, wenn auch zugegeben werden muss, dass die Rechtshändigkeit die Unterschiede vergrößert habe, bezw. noch vergrößere, wie wir aus dem Schwankenden der Ursprungs-Verhältnisse der Gefäße entnehmen können. Eine Haupt-Ursache der Rechtshändigkeit scheint mir aber in der Lage des Herzens überhaupt zu liegen. Schon bei den Anthropoiden liegt es ja, wie wir gesehen haben, links; also darf man auch annehmen, dass es bei den anthropoiden Vorfahren des Menschen links gelegen habe. Sowie diese nun anfangen, zum aufrechten Gange überzugehen, musste, bei der freieren Beweglichkeit der Arme, notwendigerweise ein Unterschied zwischen links und rechts sich geltend machen. Wir fühlen leicht bei größeren Anstrengungen des linken Armes, namentlich bei räumlich großen Bewegungen, Unbehagen in der Herzgegend; und wenn wir zusehen, wie sich Knaben balgen, sehen wir immer, wie sie die empfindliche Herzgegend mit dem linken Arme zu schützen suchen, während der rechte Arm der Kampfarm ist. Budde, dem ich darin folge, fasst das zusammen in die Worte: „Der Gegensatz zwischen Schild und Schwert (Axt, Stein) erklärt den Unterschied zwischen den normalen Händen; links Ruhe, rechts Bewegung, links relativ Passivität, rechts lebhafteste Thätigkeit und dadurch erworbene Geschicklichkeit“. So musste die rechte Hand immer mehr in Vordergrund treten.

Doch halte ich die Lage des Herzens nicht für die einzige Ursache der Rechtshändigkeit. Sie ist wohl selbst nur ein Teil der ganzen Ursache, der ganzen Asymmetrie des Körpers. Denn wir finden auch bei Tieren, deren Herz in der Mitte liegt, eine Asymmetrie der Gliedmaßen. So hat G. G. Guldberg [13] bei vielen mittelgroßen bis größeren Säugetieren Unterschiede in der Größe der rechten und linken

Gliedmaßen von 1 bis mehreren Millimetern Länge deutlich nachweisen können, beim Hunde, bei Füchsen, Hasen, Pferden, Flusspferden, afrikanischen Büffeln. Bei einer Menge Cetaceen fand er Unterschiede sowohl in den Vorderflossen, wie in der Schwanzflosse. Bei Adler und Birkhahn konnte er einseitige Asymmetrie feststellen, bei *Mergus merganser* gekreuzte. Bei kleinen Säugetieren und Vögeln ließen sich keine Unterschiede in der Größe der Gliedmaßenknochen nachweisen, wohl aber in ihrem Gewicht. Schließlich scheinen mir diese messbaren Größen-Unterschiede von geringerer Bedeutung, als etwa solche in der Ausbildung der Knochen, in ihrer Gestalt, in der Ausarbeitung ihrer Oberfläche, in der Stärke der Wand, der Knochenbalken der *Spongiosa* und schließlich der Weichteile. Dass solche Unterschiede vorhanden sind, sehen wir an den Bewegungen. Vom Menschen ist es längst bekannt, dass Verirrte Kreise beschreiben und so schließlich wieder an ihren Ausgangspunkt zurückkehren, wobei allerdings über die Richtung dieser Kreisbewegung keine Einstimmigkeit zu herrschen scheint. Nach Budde [5] werden die Kreise nach rechts beschrieben, da man mit dem rechten Fuß tastet und dadurch seine Schrittweite verkleinert. Nach Marshall [20] wird der Kreis nach links gegangen in Folge des Uebergewichtes der rechten Seite. Theoretische Erwägungen können die Frage wohl kaum entscheiden. Dagegen darf man wohl von vornherein behaupten, dass links- und rechtshändige Menschen nach verschiedenen Seiten gehen. F. A. Guldberg [12] hat dann darauf hingewiesen, bezw. durch Versuche nachgewiesen, dass auch Tiere solche Kreise beschrieben, und zwar jedes einzelne Individuum seinen besonderen Kreis. Dabei ist es einerlei, in welchem Medium sich das Tier bewegt, d. h. ob es geht, schwimmt oder fliegt, wie verirrte rudernde Menschen auch im Kreise rudern. Selbst Fische schwimmen, vom Lichte der Taucherglocken geblendet, in Kreisen vor diesen, nicht um sie, herum. Auch andere Beispiele für asymmetrische Bewegungsart sind bekannt. So springt das ungelehrte Pferd immer nach einer Seite im Galopp an. In Süddeutschland hat man auch vor den einspännigen Wagen nur 1 Deichsel, so dass das Pferd also seitlich angespannt wird, weil man der Ansicht ist, das Pferd gehe normal schief. Soviel ich weiß, wird es immer links von der Deichsel angespannt. Es gilt vielfach als ein gutes Unterscheidungsmerkmal zwischen Hund und Wolf, dass der erstere seinen Schwanz nach links, letzterer nach rechts krümme. Im Allgemeinen dürfte das wohl auch richtig sein. Wenn wir einen großen Hund, bei dem natürlich Alles leichter zu beobachten ist als bei einem kleinen, beim Laufen beobachten, so sehen wir, dass seine Längsaxe immer einen, allerdings sehr kleinen Winkel mit seiner Bewegungsrichtung bildet. Dasselbe können wir jederzeit bei jedem anderen Tiere, gezähmten und wilden, im zoologischen Garten und im Freien beobachten. Auch von den

Walen wird berichtet, dass sie häufig auf einer Seite im Wasser ruhen oder schwimmen. Fische im Aquarium stehen meistens mit ihrer dorso-ventralen Axe nicht ganz senkrecht im Wasser. Namentlich die Rundfische, Aale, Muränen, Grundeln liegen fast immer etwas schief auf dem Grunde und schwimmen auch so. Am besten sieht man alle diese seitlichen Bewegungen bei mäßiger Geschwindigkeit. Ist diese ganz langsam oder sehr rasch, so wird meistens die gerade, d. h. symmetrische Stellung eingenommen.

Wir müssen also aus diesen asymmetrischen Bewegungen der Tiere schließen, dass auch der Bau der Bewegungsorgane der Tiere, selbst da, wo es nicht direkt messbar ist, asymmetrisch ist oder wenigstens durch andere Organe asymmetrisch beeinflusst wird.

Wenn wir nun wieder zu den Plattfischen zurückkehren, so dürfte uns jetzt die Entstehung ihrer Asymmetrie leichter verständlich sein. Haacke [14, p. 378] meint, die Asymmetrie dieser Fische sei nicht phylogenetisch zu erklären, da nicht einzusehen sei, warum ihre Vorfahren sich nun gerade immer nur auf eine Seite gelegt und nicht abgewechselt hätten. Ich glaube, sie thaten ersteres und nicht letzteres im Prinzip, wenn auch nicht im Speziellen, aus demselben Grunde, warum der Mensch meistens auf der rechten Seite schläft, in Folge der bei ihnen ja noch geringen, aber unzweifelhaft doch vorhandenen Asymmetrie ihres Körperbaues. Wenn Tiere sich einem Grund- oder Schlammleben anpassen wollen, so müssen sie sich entweder abplatteln oder auf die Seite legen. Sonst können sie wenigstens weder ihrer Nahrung nachgehen, noch sich den Nachstellungen ihrer Feinde entziehen. Die Schollen begannen damit, sich auf die Seite zu legen, wobei eine bevorzugt wurde, wie es jetzt noch ihre Jungen machen. Dass diese Annahme richtig ist, beweist, dass es auch umgekehrte Schollen gibt, d. h. solche, die mit der für ihre Art verkehrten Seite auf dem Boden liegen. Sie sind dasselbe unter ihren Artgenossen, was die Linkshänder unter den Menschen sind. Nur nebenbei will ich bemerken, dass mit der Ausbildung der Asymmetrie auch eine Verringerung der sie bedingenden Höhe stattzufinden scheint. Wenigstens sind nach Marshall [20] die niedrigen (schmalen) Zungen die am meisten, die hohen (breiten) Butten die am wenigsten unsymmetrischen.

Wenn wir nun einen kurzen Ueberblick werfen auf die Beteiligung der verschiedenen Organ-Systeme an der Asymmetrie, so sehen wir vor Allem, dass sie sich alle mehr oder minder daran beteiligen. Selbst diejenigen, auf denen die Form der Tierkörper beruht, das ein inneres Skelet bildende Knochensystem, wie das einen äußeren Panzer bildende Haut-System, sind nicht frei von Asymmetrien. Bei den älteren Autoren, Bronn, Bergmann und Leuckart, Pagenstecher werden immer die symmetrisch gelagerten animalen Organe zu den

mehr oder minder unsymmetrischen vegetativen Organen in Gegensatz gebracht. Wir haben aber sowohl bei den Bewegungs-Organen (höhere Tiere) als bei dem Nervensystem (Rundwürmer, *Phoronis*, Gehirn des Menschen) und selbst bei den Sinnesorganen (Tentakel und Fühler bei wirbellosen Tieren, Auge bei Walen, Auge und Nase bei Plattfischen) Asymmetrien nachweisen können. Man kann nicht einmal behaupten, dass die animalen Organe symmetrischer seien als die vegetativen; denn z. B. das Exkretions-System ist vielleicht am wenigsten unsymmetrisch. Am meisten sind es unstreitig diejenigen Systeme, die große Röhren bilden, namentlich Verdauungs- und Wassergefäß-Systeme. Aber auch sie sind nur dann asymmetrisch, wenn sie länger sind als der Körper, sich also in Windungen legen müssen. Aus demselben Grunde können auch andere Organ-Systeme asymmetrisch werden, wie etwa die Geschlechts-Organen, z. B. bei den Bandwürmern. So kann man wohl sagen, dass Organ-Systeme um so unsymmetrischer werden, je länger sie im Verhältnis zum Körper werden. Doch gilt dies eigentlich nur für unpaare Systeme; paarige können, selbst wenn sie recht lang werden, immer noch eine gewisse Symmetrie bewahren. Von welchen Umständen diese abhängt, werden wir später noch zu untersuchen haben.

Bergmann und Leuckart [2] sprachen die Vermutung aus, dass die asymmetrisch gelagerten Organe ihrem Gewichte nach symmetrisch verteilt seien. Marshall [20] schließt sich ihnen an. So wahrscheinlich diese Vermutung ist, dürfte sie doch wohl kaum beweisbar sein.

Ich habe zu Beginn dieses Aufsatzes erwähnt, dass die meisten Autoren, die sich mit den asymmetrischen Bildungen bei sonst symmetrischen Tieren beschäftigt haben, sie als Ausnahmen betrachten. So meint Bronn: „Es sind Zufälligkeiten, die eine einzelne Art oder Familie u. s. w. betreffen, ohne dass deren Grundtypus hierdurch zerstört wird“ [4, p. 71]. Später [4, p. 73] setzt er hinzu, dass sie nur bei sich langsam oder im Wasser bewegenden Tieren vorkommen könnten. Bergmann und Leuckart [2, p. 395] schließen sich ihm an, ebenso Marshall. Nur Pagenstecher nennt die bilaterale Symmetrie „nicht durchgreifend“ und findet sie mehr äußerlich. Ich habe oben drei Forderungen genannt, die festgehalten werden müssen, wenn wir asymmetrische Vorkommnisse bei sonst symmetrischen Tieren als Ausnahmen betrachten dürften. Die erste Forderung war, dass sie im Ganzen selten vorkommen. So lückenhaft nun auch meine Zusammenstellungen sind, so beweisen sie doch, dass diese Forderung nicht zutrifft. Die zweite Forderung war, dass sie bei dem einzelnen Tiere nur selten aufträten. Das ist wohl so bei vielen, namentlich Gliedertieren, nicht aber bei den höheren Wirbeltieren. Namentlich beim Menschen gibt es ihrer eine ganz stattliche Anzahl. Auch die dritte Forderung, dass sich keine Regeln für sie aufstellen lassen dürften,

trifft, wie wir soeben erst gesehen haben, nicht zu. Abgesehen ferner davon, dass sich meistens dieselben asymmetrischen Befunde bei fast allen Individuen einer Tierart wiederholen, kann man die vielen Fälle von Asymmetrien unter einige wenige bestimmte Gesichtspunkte bringen und darnach verschiedene Arten von Asymmetrien unterscheiden.

1. Individuelle Asymmetrie: Unterschiede zwischen rechts und links, die sich nur bei einzelnen Individuen finden und gänzlich regellos auftreten. Wir haben seither derartige Befunde gänzlich vernachlässigt. Beim Menschen können wir leicht solche Unterschiede beobachten, wie z. B. schiefen Mund, hohe Schulter u. s. w. Auch die meist einseitigen Muttermäler gehören hierher. Pagenstecher führt einen derartigen Fall von einem Dromedar-Skelette der Sammlung des Hamburger Naturhistorischen Museums an, bei dem eine starke Asymmetrie des Zungenbeines vorhanden war.

2. Asymmetrie der Ausbildung: Symmetrisch (paarig) vorhandene oder gelagerte Organe sind auf beiden Seiten ungleich stark entwickelt. Hierher gehören wohl die meisten, aber unauffälligsten Asymmetrien, namentlich die der animalen Organe. Sie können ihre Ursache im Leben der Individuen haben, als Folge von Gebrauch oder Nichtgebrauch, von bestimmter Körperhaltung u. s. w. Diese könnte man adaptive Asymmetrien nennen. Andere haben ihre Ursache in der Phylogenie der Tiere, wie z. B. die im Auftreten überzähliger, im Fehlen, im Verschwinden begriffener Organe u. s. w. (Hals- und Lendenrippen): phylogenetische Asymmetrien.

3. Asymmetrie der Lage: unpaar vorhandene Organe liegen nicht in der Mittellinie, sondern auf einer Seite. Beispiele finden sich in meiner Aufzählung genug. Ich weise namentlich hin auf die Verdauungsorgane, das Herz beim Menschen u. s. w.

4. Asymmetrie der Gestalt: die einzelnen Organe verteilen sich nicht in Hinsicht auf eine Mittelebene, so dass die Gestalt an sich, nicht durch verschiedene Ausbildung beider Seiten asymmetrisch wird. Hierher gehören ein großer Teil der Asymmetrien der Schnecken, die unregelmäßig gewundenen Röhrenwürmer und -Muscheln, die Lage der Embryonen von Vögeln, Schlangen u. s. w. im Ei.

5. Physiologische Asymmetrie: die Thätigkeiten der Organe sind auf beiden Seiten verschieden. Hierher dürften wohl auch viele der unter 4 genannten Erscheinungen zu rechnen sein. Ferner kann man eine lokomotorische Asymmetrie (Kreisbewegungen vom Mensch und Tieren) und eine pathologische Asymmetrie (Einseitigkeit der Migräne, des Lungenspitzenkatarrhs) unterscheiden.

Selbstverständlich soll nicht gesagt sein, dass die unterschiedenen 6 Arten der Asymmetrie scharf geschieden sind. Uebergänge, Kombinationen u. s. w. sind natürlich zahlreich vorhanden.

Ich glaube, im Vorhergehenden gezeigt zu haben, dass man nicht ohne Weiteres von einem symmetrischen Baue der Tiere, wenigstens vieler Tiere, sprechen darf. Man dürfte wohl höchstens von einem symmetrischen Bauplane der Tiere reden, der im Einzelnen viele Störungen erfahren hat. Aber diese Ausdrucksweise hat wieder einen zu teleologischen Beigeschmack. Es bleibt also nichts Anderes übrig als zu sagen: Die meisten Tiere vereinigen in sich die symmetrische und die asymmetrische Grundform, wobei das eine Mal die eine, das andere Mal die andere überwiegt.

Zuletzt treten noch die Fragen an uns heran: Welche Grundform ist die ursprüngliche; und welches sind die Ursachen zu ihrer Ausbildung und zu der der Abweichungen von ihr. Die genaue Beantwortung dieser Fragen würde allein wieder ausführliche Untersuchungen beanspruchen. Hier daher nur einige Gesichtspunkte.

Was die letztere Frage, die nach der Ursache der Symmetrie oder Asymmetrie anlangt, so ist unzweifelhaft, dass die für erstere in der Bewegung zu suchen ist. Eine rasche und ausgiebige, kräftige und lenksame Bewegung ist nur bei der zweiseitig symmetrischen Grundform möglich, die wir Menschen ja auch allen unseren Bewegungs-Werkzeugen geben. Wir finden sie auch wenigstens äußerlich wieder bei allen in höherem Maße beweglichen Tieren. Und doch sind gerade bei ihnen sehr viele Abweichungen von der Symmetrie vorhanden. Ich erinnere nur an die Asymmetrien in dem das Wasser durchschneidenden Schädel der Wale, an die von Guldberg nachgewiesenen physiologischen Kreisbewegungen der Fische und Vögel. Entweder also hat hier die Ausbildung der Symmetrie noch nicht ihren Höhepunkt erreicht, oder es wirken ihr andere, mächtigere Kräfte entgegen. Für letzteres scheint der Umstand zu sprechen, dass die Embryonen der meisten Tiere symmetrischer gebaut sind als die Erwachsenen. Legt sich doch selbst die erste Furchungsebene der Eier schon in der Richtung der späteren Symmetrie-Ebene an [15, p. 146]. Einen ähnlichen Standpunkt vertritt Haacke [15, p. 23], wenn er sagt: „Asymmetrie ist das Ziel der Grundformenentwicklung, allseitige Symmetrie bildet ihren Ausgangspunkt“, oder: „Wir sehen nun, dass die Abnahme der Symmetrie eine Zunahme der Organisationshöhe bedeutet“. Tatsächlich sehen wir ja auch im Allgemeinen die höheren Tiere immer asymmetrischer werden: die Wirbeltiere sind viel asymmetrischer als die meisten Wirbellosen, namentlich auch die Gliedertiere; und unter jenen sind die Menschen wohl mit am unsymmetrischsten. Ich brauche auch nur an die höheren und niederen Weichtiere, speziell Schnecken, zu erinnern. Aber doch scheint mir diese Anschauung zu schematisch. Brönn steht z. B. auf dem entgegengesetzten Standpunkte. So sagt er einmal [4, p. 58]: „Die Strahlentiere gehen umsomehr in die symmetrische Form über, je höher sie entwickelt sind“, ein ander Mal

[4, p. 71]: „Es ist bemerkenswert, dass solche in der Form minder entwickelten Tiere überall die unterste Stufe ihres Kreises, ihrer Klasse oder Ordnung bilden“.

Es scheint auf den ersten Blick kein Grund zu der Annahme eines Wachstums-Gesetzes nach der Richtung einer vollkommenen Symmetrie vorhanden zu sein. Wenn wir aber die wunderbar regelmäßigen Gestalten der strahlig gebauten Tiere betrachten, für die uns doch kaum etwas Anders übrig bleibt, als die Annahme eines Wachstums-Gesetzes, das vielleicht in enger Beziehung zu der „Korrelation der Teile“ steht, so ist wiederum kein Grund vorhanden, ein ähnliches Gesetz für die symmetrisch gebauten Tiere in Abrede zu stellen.

Immerhin dürfen wir wohl einstweilen in der Bewegung eine Hauptursache der Symmetrie, namentlich der zweiseitigen, suchen. Ihr Einfluss muss sich natürlich zuerst auf die Bewegungs-Organen und die äußeren Umrisse des Körpers erstrecken, die wir denn auch im Allgemeinen am meisten symmetrisch gebildet sehen. Von ihnen aus breiten sich diese gestaltenden Einflüsse der Bewegung auch auf die inneren Organ-Systeme aus, um so stärker, je mehr und inniger sie mit ihnen in Verbindung stehen.

Zum Schlusse noch ein paar Beispiele, die zeigen sollen, wie man sich auch in dieser Frage vor allzugroßem Schematismus zu hüten habe. Ich habe oben die Ansicht Bronn's erwähnt, dass Asymmetrien nur bei trägen oder bei Wassertieren vorkommen könnten. Abgesehen davon, dass von anderen Grundformen gerade die am regelmäßigsten gebauten Tiere im Wasser leben, sind z. B. die Fische im Ganzen symmetrischer als die Säugetiere. Im Gegensatze zu den asymmetrischen Scheeren der Landkrabben haben die Seekrabben ganz gleiche Scheeren. — Die Tiere mit besonders lebhafter oder ausgiebiger Bewegung, wie die Insekten, die Fische und Vögel, sind verhältnismäßig hochgradig symmetrisch. Festsitzende oder träge Tiere, wie Röhrenwürmer, Schnecken, Plattfische, sind oft sehr unsymmetrisch, namentlich auch Parasiten. Andererseits sei auf die hochgradige Asymmetrie in den Eingeweiden der Vögel und im Schädel der Wale hingewiesen, die nur verstanden werden kann, wenn man sich an die Annahme der symmetrisch verteilten Lasten hält, sowie daran, dass die Embryonen meist symmetrischer sind als die Erwachsenen, und dass deren Asymmetrie, wenn auch schon vor der Geburt beginnend, doch in der Hauptsache im postfoetalen Leben, d. h. mit der Bewegung, sich ausbildet. Ferner sind viele träge oder festsitzende Tiere, wie Balaniden, Muscheln, Käferschnecken, Brachiopoden, recht symmetrisch. Man gewinnt fast den Eindruck, als ob man diese Symmetrie auf Vererbung, die Asymmetrie der beweglichen Tiere auf besondere Anpassungen zurückführen müsste.

Auf jeden Fall haben wir gesehen, dass man nicht alle Fälle von

Vorkommen asymmetrischer Bildungen bei symmetrischen Tieren über einen Leisten schlagen darf. Es wird fürs Erste nötig sein, eine größere Anzahl einzelner Fälle durch besondere genaue Untersuchungen, an der Hand der erörterten Gesichtspunkte, klar zu legen. Die allgemeinen Gesetze werden sich dann von selbst ergeben.

Litteratur.

- [1] Fr. Arnold (1845), Handbuch der Anatomie des Menschen mit besonderer Rücksicht auf Physiologie und praktische Medizin, 3 Bde., Freiburg i. Br., Herder, Bd. I.
- [2] C. Bergmann und R. Leuckart (1852), Anatomisch-physiologische Uebersicht des Tierreichs. Vergleichende Anatomie und Physiologie, Stuttgart, J. B. Müller.
- [3] Brchm's Tierleben (1890—93), 3. Aufl., Leipzig und Wien, Bibliographisches Institut.
- [4] H. G. Brönn (1858), Morphologische Studien über die Gestaltungs-Gesetze der Naturkörper überhaupt und der organischen insbesondere. Leipzig und Heidelberg, C. F. Winter.
- [5] E. Budde (1898), (Rechts und links). In: Naturwissenschaftliche Plaudereien, 2. Aufl., Berlin, Gg. Reimer.
- [6] M. Caullery et F. Mesnil (1897), Sur les Spirorbis; asymétrie de ces Annelides et enchainement phylogénique des espèces du genre C. R. Acad. Sc. Paris, T. 124, p. 48—50.
- [7] C. Claus (1897), Lehrbuch der Zoologie, 6. Aufl., Marburg, N. G. Elwert.
- [8] R. Collet (1871), On the asymmetry of the skull in *Strix tengmalmi*. Proc. zool. Soc., London, 1871, p. 739—743, 6 fig.
- [9] Ch. Darwin (1868), Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation. Aus dem Englischen von J. V. Carus, 2 Bde., Stuttgart, E. Schweizerbart.
- [10] C. Gegenbaur (1890), Lehrbuch der Anatomie des Menschen, 2 Bde., 4. Aufl., Leipzig, W. Engelmann.
- [11] Derselbe (1898), Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere mit Berücksichtigung der Wirbellosen, Bd. I, Leipzig, W. Engelmann.
- [12] F. O. Guldberg (1896), Ueber die Zirkularbewegung als tierische Grundbewegung, ihre Ursache, Phänomenalität und Bedeutung. Biol. Centralblatt, Bd. 16, S. 779—783.
- [13] G. Guldberg (1896), Ueber die morphologische und funktionelle Asymmetrie der Gliedmaßen beim Menschen und bei den höheren Vertebraten. *ibid.* S. 806—813.
- [14] W. Haacke (1893), Die Schöpfung der Tierwelt, Leipzig und Wien, Bibliographisches Institut.
- [15] Derselbe (1893), Gestaltung und Vererbung. Eine Entwicklungsmechanik der Organismen, Leipzig, T. O. Weigel.
- [16] Derselbe (1897), (Pfauenfedern). In: Aus der Schöpfungswerkstatt, 2. Aufl., Berlin, Allgem. Verein für deutsche Litteratur.
- [17] G. Hermann (1899), Sexualismus und Aetiologie. Beiträge zur Sexualphysiologie. Naturgeschichte der Geschlechtsliebe, Bd. 1, Leipzig, A. Strauch.
- [18] R. Hertwig (1892), Lehrbuch der Zoologie, Jena, G. Fischer.

- [19] A. Lang (1888—1894), Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, 4 Abteilungen, Jena, G. Fischer.
- [20] W. Marshall (1895), (Ueber die Asymmetrie im Körperbau der Tiere, besonders der Schollen und ihrer Verwandten). In: Plaudereien und Vorträge. Erste Sammlung. Leipzig, A. Tietmeyer.
- [21] E. v. Martens (1896), Unterschied zwischen Rechts und Links bei einigen Fischen. Sitzungsber. Ges. nat. Frde., Berlin 1896, S. 8—10.
- [22] H. A. Pagenstecher (1875), Allgemeine Zoologie oder Grundgesetze des tierischen Baus und Lebens, 3 Bde., Berlin, Wiegandt, Hempel und Parey. Bd. I.
- [23] H. A. Prochownik (1887), Messungen an Südseeskeleten mit besonderer Berücksichtigung des Beckens. Jahrb. Hamburg wiss. Anst., Jahrg. 4, 1886, S. 1—40, 4 Taf.
- [24] S. H. Scudder and E. Burgess (1871), On asymmetry in the appendages of Hexapod Insects. Proc. Boston Soc. nat. Hist., Vol. 13, p. 282—305, 1 Pl. Abstr.: Amer. Nat., Vol. 5, p. 420—421.
- [25] Carus Sterne (1886), Werden und Vergehen. Eine Entwicklungsgeschichte des Naturganzen in gemeinverständlicher Fassung, 3. Aufl., Berlin, Gebr. Bornträger.
- [26] R. Wiedersheim (1893), Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, 3. Aufl., Jena, G. Fischer.
- [27] A. v. Zittel (1895), Grundzüge der Paläontologie (Paläozoologie). München und Leipzig, R. Oldenburg.
- Nachtrag. In Nature, Vol. 59 Nr. 1515 p. 29, 30, Nr. 1517 p. 76, Nr. 1519 p. 125 findet sich eine Diskussion über das Thema: Asymmetry and Vitalism, die mir leider nicht zugänglich ist. [66]

Was sind die Dominanten Reinke's?

Von Oscar Loew.

In einem kürzlich erschienenen Artikel, betitelt: „Gedanken über das Wesen der Organisation“, erörtert Reinke¹⁾ die Frage, wodurch bestimmte Zellen oder Organe gezwungen werden, stets ein und dieselbe Arbeit zu leisten oder sich in bestimmter Weise zu differenzieren, und gelangt zum Schlusse, dass es „intelligente Kräfte“ sind, welche die „Energien lenken und sie zwingen, bestimmte Richtungen und Bahnen einzuschlagen“. Diese leitenden Kräfte, die „Dominanten“ Reinke's, bilden „einen Gegensatz zu den Energien und dürfen den Energien nicht beigezählt werden“. Die Dominanten „beruhen auf der Konfiguration der Teile der Maschine, die in zweckmäßiger Weise ineinander greifen, um bestimmte Verrichtungen auszuführen“.

Uns will bedünken, dass Reinke lediglich einen neuen Ausdruck für den uns noch unbekanntem Aufbau des Protoplasmas verschieden funktionierender Zellen vorschlägt. Schreiber dieses hat schon vor langer Zeit (1887) für die nicht mehr mit Mikroskopen unterscheid-

1) Dieses Centralblatt, 19, 82.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [19](#)

Autor(en)/Author(s): Reh Ludwig Heinrich

Artikel/Article: [Ueber Asymmetrie und Symmetrie im Tierreiche. 625-652](#)