universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Handbuch der vergleichenden Anatomie

Schmidt, Eduard Oskar

Jena, 1882

Einleitung

urn:nbn:at:at-ubi:2-5614

Einleitung.

Anorganische und organische Körper.

Die Grundstoffe, welche in den belebten oder organischen Körpern — den Organismen — nachgewiesen sind, finden sich auch in den anorganischen Körpern. In allen Organismen zeigen sich jedoch complicirtere, leicht veränderliche Kohlenstoff-Verbindungen. Die Kräfte und Gesetze, unter deren Herrschaft die Verbindungen und Bewegungen jener Stoffe zu Stande kommen, sind hier wie dort dieselben.

Die Theile der Organismen, an welchen wir die mit dem Worte „Leben" zusammengefassten Bewegungs- und Umwandlungs-Erscheinungen und Aeusserungen dieser Bewegungen vor sich gehen sehen, befinden sich im Zustande der Quellung.

Diese Imbibitionsfähigkeit der organischen Substanz erklärt auf rein physicalischem Wege schon jetzt einen grossen Theil der Vorgänge, welche früher einer wunderbaren „Lebenskraft" zugeschoben wurden (Traube, Erscheinungen an künstlichen Zellen). Auch die Form der organischen Theile und mithin der Organismen, ihre Begränzung durch krumme Flächen, wird hierdurch bedingt (Schwann 1839).

Einfachste Organismen.

Die einfachsten selbständigen Lebewesen treten auf als formwechselnde Klümpchen einer Substanz, welche mikroskopisch homogen erscheint, chemisch aber, wenn auch in der Zusammensetzung aus den 4 fundamentalen Grundstoffen dem Eiweiss sich anschliessend, dennoch durch Zumischung anderer, auch bei den höchsten Organismen vorkommenden Grundstoffe eine noch kaum übersehbare Complicirtheit besitzt. Dies ist das Protoplasma. Seine Function, das Leben, äussert sich in der, in ihren physicalischen Ursachen noch nicht hinlänglich ergründeten Bewegung

und Contractilität besonders durch Hervorstrecken veränderlicher Fortsätze, in der Ernährung durch Assimilation umflossener oder in das Innere aufgenommener Substanzen und in der Fortpflanzung durch Theilung. Alle diese Erscheinungen setzen eine nicht näher zu definirende Reizbarkeit der organischen Molecüle (Plastidule) voraus. Solche und ähnliche Körper sind indifferenter Natur, d. h. können weder für wahre Pflanzen noch für wahre Thiere gehalten werden. Häckel's Moneren, Organismen ohne Organe.

Die Zelle als Elementarorganismus.

Im Bereiche sowohl des niedrigsten pflanzlichen uud thierischen Lebens als bis in die höchsten Formen hinauf tritt die Zelle theils als selbständiges Lebewesen auf, theils als der Formbestandtheil und das Grundorgan, von welchem alle weitere Entwicklung und Complication ausgeht. Man verstand ursprünglich unter der Zelle den lebenden Körper oder Körpertheil, bestehend aus einer Hülle oder Zellmembran, einem festeren Kern, an oder in welchem sich noch das kleinere, durch moleculäre Zusammensetzung und Consistenz sich abhebende Kernkörperchen befindet, endlich dem übrigen Zelleninhalt oder Zellsubstanz. Es hat sich gezeigt, dass mindestens die Membran kein wesentlicher Bestandtheil ist, und dass die Zellsubstanz, identisch mit dem oben genannten Protoplasma, selbst wieder aus einer homogenen Grundmasse und (meist) in dieselben eingestreuten äusserst feinen Körnchen besteht. Auch das noch unveränderte Zellen-Protoplasma pflegt durch jene Bewegungsfähigkeit oder Contractilität ausgezeichnet zu sein.

Die Zelle ist ein wirklicher Organismus, d. h. ein Körper, bestehend aus Theilen, welche verschiedene Eigenschaften haben und zum Bestande und der Vermehrung des Körpers in verschiedener Weise mitwirken.

Das Leben der Zelle äussert sich a) in den Bewegungen und Formveränderungen, welche lediglich auf der Contractilität des Protoplasma beruhen. Ungemein häufig sind die sogenannten Flimmerzellen, deren äusserste Protoplasmaschicht in einen oder mehrere haarförmige Fortsätze ausgeht, die in ununterbrochener schwingender Bewegung sind. Das einzelne Härchen heisst Flimmerhaar, Flimmer oder Wimpercilie, wenn es länger ist und einzeln oder zu zweien steht — Geissel.

Es umfasst b) der Stoffwechsel der Zelle die Erscheinungen der Ernährung und des Wachsthums. In der Regel imbibirt die Zelle Lösungen; hüllenlose Zellen können aber auch feste Stoffe in ihr Protoplasma aufnehmen. In beiden Fällen dienen als Nahrung solche Substanzen, welche durch chemische Einwirkung der Zelle assimilirt, d. h. in die Bestandtheile der Zelle umgearbeitet werden können, oft unter Abgabe verbrauchter Stoffe. Auf dem Ueberschuss der assimilirten Masse beruht das Wachsthum. Im zusammengesetzten Organismus begegnet man aber fast immer Zellen, welche von Aussen eingeführte oder dem Organismus entnommene Stoffe nicht zum eigenen Nutzen verwenden, sondern zu Secreten umwandeln, oder als Excrete abscheiden und selbe zu verschiedenen Zwecken wieder abgeben. Eine Zelle, welche im Dienste des Organismus ein Secret oder Excret liefert, ist eine Drüse.

Der dritte Erscheinungskreis c) ist der der Fortpflanzung oder Vermehrung. Die Zellenvermehrung, mit dem Wachsthum auf's Innigste zusammenhängend, geschieht durch Knospung, Theilung oder die sogenannte endogene Zellbildung. Die letztere unterscheidet sich von der Theilung, dass bei dieser die ganze Mutterzelle in eine zweite Generation zerfällt, bei jener die Mutterzelle neben der im Innern neu gebildeten und abgetheilten Tochtergeneration bestehen bleibt. Seltener findet freie Zellenbildung in amorpher Grundmasse statt. Ueber die complicirten Vorgänge bei der Theilung des Zellkerns berichtet: Strasburger, Ueber Zellbildung und Zelltheilung. 3. Aufl. Jena 1880. Dazu die einschlägigen Arbeiten von Bütschli, O. Hertwig, Fol.

Die geschilderten Zellen finden sich also in gleicher Weise bei verschiedenen Gruppen zweifelhafter Natur, wie im Pflanzen- und Thierreiche. Wegen der ausgedehnten Verbreitung der Bewegungsphänomene im Pflanzenreich, des Mangels eines Kriteriums, in den niedern Thiergruppen freiwillige von unfreiwilliger Bewegung zu unterscheiden, Reizbarkeit von der Empfindungsfähigkeit, kurz, wegen der Unbestimmtheit oder Gleichartigkeit der morphologischen und chemisch-physiologischen Vorgänge und Begriffe in den Gebilden der niederen Organismen, ist eine scharfe Gränze zwischen Pflanze und Thier zu ziehen unmöglich.

Die Organe und Organsysteme des thierischen Organismus.

Der Betrachtung der Protozoen muss es vorbehalten bleiben, zu zeigen, in wie weit freies Protoplasma die Stelle einfacher oder zusammengesetzter Organe vertreten kann.

Der Zelle als nicht mehr selbständigem Individuum, sondern als Theil und im Dienste eines thierischen Organismus kommen im Allgemeinen dieselben Eigenschaften zu, welche oben geschildert wurden. Sie ist Ausgangspunkt der ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Vermehrung und Fortpflanzung. Wie sie aber dabei nicht isolirt bleibt, sondern in Knospe, Keim und Embryonalanlage sich zu Zellenapparaten vermehrt, so erscheint sie auch im ausgebildeten Organismus seltener vereinzelt (einfache, aus einer Zelle bestehende Drüsen mancher Gliederthiere und Würmer), sondern in Anhäufungen. Man nennt dieselben und alle aus der Umbildung von Zellen hervorgehenden Körpertheile Gewebe, ohne dabei ihre weitere Combination und ihr Zusammentreten zu zusammengesetzten Organen und Apparaten zu berücksichtigen.

Hautartige, flächenhafte Ausbreitungen dicht gedrängt bei einander stehender und in der Regel auch eine Flüssigkeit absondernder Zellen werden als Epithelien oder Schleimhäute bezeichnet. Epidermis. Eine den Zoologen ganz besonders interessirende Art dieser Epithelien ist das aus einzelnen Wimperzellen zusammengesetzte Flimmerepithelium. Dasselbe heisst Geisselepithelium, wenn aus jeder Zelle nur eine längere Wimper oder Geissel hervortritt.

Durch eine andere Gattung von Zellenanhäufungen und Zellensecretionen entsteht die Bindesubstanz, bestimmt, allen übrigen Theilen des Körpers ihren Halt zu geben und den Zusammenhang zu vermitteln. Knochen- und Knorpelgerüst, sowie alle skeletartigen Organe der nicht mit einem eigentlichen Knochenskelet versehenen Thiere, die verschiedenartigen Drüsengestelle, die Ueberzüge der Drüsen so wie deren innere Auskleidungen u. s. w. gehören in diese Kategorie. Die Zellen der Bindesubstanz sind also nach ihrer Thätigkeit mit den Drüsenzellen zu vergleichen, sie selbst aber sammt der von ihnen abgeschiedenen Materie bilden ein bleibendes Ganzes, was nur am allgemeinen Stoffwechsel des Organismus Theil nimmt. Die Bindesubstanz tritt in den mannigfachsten Graden der Consistenz auf; sie kann einer Sulze gleichen (Quallen), während

auch das härteste Zahnbein aus Bindesubstanz besteht. Desgleichen finden sich alle Uebergänge von einer fast ganz aus Zellen gebildeten Bindesubstanz zu solcher, wo die Ausscheidungen, d. h. die Extra- und Intercellularsubstanz so überwiegen, dass die Zellen nur vereinzelt erscheinen. Der Knorpel der höheren Thiere giebt ein Beispiel von Bindesubstanz, worin die Zellen unregelmässig zerstreut sind; die Hautbedeckungen der Insecten zählen dagegen zu den sogenannten Cuticularbildungen, wobei die ausscheidenden Zellen sich continuirlich flächenhaft gleich einem Epithelium ausbreiten und nur nach einer Seite hin secerniren.

Nicht selten finden wir im Organismus selbständig sich bewegende, den Ort wechselnde Zellen, Wanderzellen, z. B. als Eier vieler Coelenteraten. Aber als contractiles Element, in der Eigenschaft als Bewegungsorgan behält die Zelle seltener ihre Bläschenform bei. Viel mehr geht aus ihr das Muskelgewebe hervor. Die einfachste Form des letzteren kommt bei den Süsswasserpolypen (Hydra) vor. Hier gehen von den Zellen der äussern Körperschichte contractile Fortsätze aus, welche in ihrer Gesammtheit eine in der Mitte der Körperwand liegende Muskelschichte repräsentiren.

Damit ist der Uebergang vermittelt zu demjenigen Muskelgewebe, wobei die Zellen eine gestreckte spindelförmige, ja sogar fadenförmige Gestalt annehmen, als Faserzellen. Der Inhalt der einzelnen Zellen wird hierbei in der Regel nicht weiter differenzirt, bleibt glatt; seltener erscheinen diese Muskelzellen mit einer Längs- oder Querzeichnung. Complicirter ist das Primitivbündelgewebe. Die sogenannten Primitivbündel, umgeben von einer wahrscheinlich in die Gruppe der Cuticularbildungen gehörigen glashellen Scheide, dem Sarcolemma, entstehen durch die Betheiligung einer oder mehrerer Zellen, deren Inhalt immer quergestreift wird. Er sondert sich in würfelförmige oder scheibenförmige kleinste Theilchen, verbunden durch die homogene Flüssigkeit und meist in Längsreihen zu Fibrillen angeordnet.

Auch die Empfindung und der Impuls zu den Bewegungen wird durch Zellen und Zellenabkömmlinge vermittelt, durch die Nervenzellen oder Ganglienzellen, auch Ganglienkugeln, und die Nervenfasern. Als erstere fungiren oft, z. B. bei den Coelenteraten, Zellen der Haut, welche kaum durch eine etwas zartere Beschaffenheit sich auszeichnen, aber durch ihre Verbindung mit den Nervenfasern erkannt werden.

Im Innern des Organismus erscheinen sie oft ohne Membran, als hüllenlose Ballen einer weichen, homogenen, zahlreiche Körnchen zusammenhaltenden Substanz, aus welcher Kern und Kernkörperchen — letzteres bei Wirbellosen oft in der Mehrzahl vorhanden — immer klar hervortreten. Seltener sind diese Kugeln ohne Fortsätze; gewöhnlich gehen sie in eine oder mehrere Fasern über. Die am meisten verbreiteten dieser Gebilde sind die dunkelrandigen Nervenfasern, von deren Bestandtheilen (Hülle, Markscheide, Axencylinder) der Axencylinder der wichtigste. Abgesehen von dem Zusammenhange mit den Ganglienkugeln hat man eine Reihe sehr eigenthümlicher Endigungen der Nervenfasern an der Peripherie kennen gelernt, auf welche der vergleichende Anatom eingehen muss. Die Nervenfaser kann sich gegen das Ende ihres Verlaufes hin wiederholt theilen, worauf jedes Zweigelchen, wie in andern Fällen die ungetheilte Faser, endigen kann. Endplatten. Stäbchen und Stifte. Tastkörperchen. Freie Endigung der Fasern der Geruchsnerven an der Oberfläche der Nasenschleimhaut. Directer Uebergang der Nervenfasern in die Epithelzellen der Speicheldrüsen.

Die eben betrachteten Gewebe und mehr oder weniger homogenen, aus gleichartigen Bestandtheilen gebildeten Organe vereinigen sich nun zu zusammengesetzten Organen, Apparaten und Organsystemen, in denen die einfacheren Bestandtheile in gegenseitiger Abhängigkeit stehen; und alle diese Complexe feinerer Theile treten zur Harmonie des Organismus zusammen.

Wie an der Zelle, so beziehen sich auch am höchsten Thiere alle Lebensäusserungen entweder auf die Erhaltung des Individuums oder auf die Erhaltung der Art. Ohne dass der specielleren Untersuchung aller jener Organe und Apparate, durch deren Ineinandergreifen der Lebensprocess verläuft, und auf deren verschiedenartiger Ausprägung und Lagerung die Mannigfaltigkeit der thierischen Organismen beruht, vorgegriffen werden soll, muss sich der Anfänger doch mit einer schematischen Uebersicht derselben bekannt machen.

Man wird jedes Thier zu beurtheilen und zu verstehen beginnen, so wie seine Verwandtschaft und systematische Stellung bestimmen können, wenn man folgende Organsysteme an sich und in ihrem Verhältniss zu einander untersucht hat:

1. Haut und Hautskelet,
2. Bewegungsorgane, inneres Skelet,

3. Nervensystem und Sinnesorgane,
4. Ernährungssystem,
5. Fortpflanzungssystem.

1. Haut- und Hautskeletsystem. Die Hautbedeckungen variiren vom zartesten Flimmerepithelium bis zum Horn- und Knochenpanzer. Jene feineren Bildungen eignen sich vorzugsweise für Wasserthiere. Im Allgemeinen sind die Hautbedeckungen Schutzorgane und machen den thierischen Organismus mehr zu einem innerlichen, als es bei der Pflanzenwelt der Fall ist. In minder wirksamem Grade geschieht dies durch Absonderung einer dünnen Cuticula. Dann treten Verdickungen dieser organischen Ausscheidungen (Arthropoden) und Ablagerungen von Kieselsäure und von Kalksalzen auf, wodurch die Hautbedeckungen zum Hautskelet werden. Bei den höheren Thieren finden wir die Verhornung sehr verbreitet, deren Producte (Nägel, Federn, Haare, Hornscheiden u. s. w.) nicht sowohl Ausscheidungen von Zellen als eigenthümlich umgewandelte Zellen selbst sind. Auch wahre, aus der Umwandlung der weichen Bindesubstanz hervorgehende Knochen können zum Hautskelet verwendet werden (Gürtelthier).

2. Bewegungsorgane. Die activen Bewegungsorgane der bei weitem meisten Thiere sind Muskeln, welche in Form und Leistung die Eigenschaften ihrer oben erwähnten Elemente in höherer Potenz wiederholen. Ihre Mannigfaltigkeit besteht daher nur in der generellen Verschiedenheit ihrer Faserelemente, in deren Menge und in ihrer mehr oder minder scharfen Trennung von einander. Bei allen Thieren mit einem ausgeprägten Haut- oder innerem Skelet werden von letzterem die Stützen und Hebel gebildet, als passive Bewegungsorgane, deren die Muskeln sich bedienen.

3. Nervensystem und Sinnesorgane. Die meisten Thiere von einer gewissen Stufe der Entwicklung und Complication des Baues besitzen ein Nervensystem. Man unterscheidet an ihm die Centraltheile, in welchen die Eindrücke zu Empfindungen, Wahrnehmungen, Urtheilen, Willensimpulsen verarbeitet werden, und von wo aus die peripherischen Theile (Nerven) ihren Ursprung nehmen. Letztere sind entweder zur Leitung der äusseren Eindrücke nach dem Centrum bestimmt oder pflanzen die von dem Centrum ausgehenden Erregungen fort. Innervation. Vermittlung der Bewegungen und der secretorischen Thätigkeiten.

Aus der Verbindung von Nerven mit organischen Apparaten,

geeignet, specifische äussere Reize und Einwirkungen aufzunehmen und unmittelbar auf jene Nerven zu übertragen, entstehen die Sinneswerkzeuge.

So ist eine der häufigsten Formen der Tastorgane die, dass ein haarartiger Hautfortsatz mit seiner Wurzel das Ende der Tastnerven berührt und jeden Druck, den die Spitze empfängt, unmittelbar auf die Nerven fortpflanzt. Tastpapillen der menschlichen Haut.

Von allen Thieren, ausgenommen solche, welche durch allgemeine Hautaufsaugung ihre Nahrung aufnehmen (Bandwürmer), muss man voraussetzen, dass sie mit Geschmackssinn begabt seien. Die Geschmacksorgane sind immer in der der Mund- und Rachenhöhle entsprechenden Abtheilung des Ernährungscanales zu suchen und sind in einfachster Weise realisirt durch blosse oberflächliche Ausbreitung eines bestimmten Geschmachsnerven. Wenn die Faserenden nicht auffallend und ihr Verbreitungsbesirk nicht scharf umschrieben, wird das Organ oft übersehen werden. Daher denn auch bei einer grossen Zahl niederer Thiere eigentliche Geschmackswerkzeuge nicht nachweisbar sind.

Fast dasselbe lässt sich von den Geruchsorganen sagen, die um so weniger *a priori* als allgemein vorhanden anzunehmen sind, als sie offenbar in der thierischen Oeconomie am leichtesten entbehrt werden können, und ihr Mangel durch die andern Sinne ausgeglichen werden kann. Die Faserenden des Geruchsnerven bedürfen eines Epitheliums, durch welches hindurch die riechenden Stoffe leicht dringen. Nach den an den höheren Thieren gemachten Entdeckungen dringen dort die eigenthümlich modificirten Enden der Geruchsnervenfasern zwischen die Zellen des Epitheliums an die Oberfläche und treten mithin mit den Riechstoffen unmittelbar in Berührung. Alle übrigen Theile der Riechwerkzeuge sind daher ein blosser Schutz für die zarten Nervenausbreitungen. Das Geruchswerkzeug ist um so vollkommener, je zahlreichere Nervenenden gleichzeitig afficirt werden.

Innerhalb des Kreises der Gesichtsorgane finden sich alle möglichen Abstufungen der Leistungen von der unbestimmten Perception von Licht und Dunkel bis zum vollkommenen Erfassen der Bilder der Aussenwelt. Damit ein Thier wirklich sehe, muss ein lichtbrechender und lichtsammelnder Apparat vorhanden sein, welcher von den äusseren Objecten Bilder entwirft; es muss mit diesem Apparat eine eigenthümlich modificirte Endausbreitung *(retina)* des

Gesichtsnerven verbunden sein, auf welche das Bild fällt. Sind die lichtbrechenden Medien starr, so können die mit solchen Augen versehenen Thiere nur von Gegenständen aus einer bestimmten Entfernung deutliche Bilder bekommen. Dem ist bei den höheren Thieren durch die Accommodationsfähigkeit vorgebeugt, während zugleich durch die besondere Krümmung der Medien und durch den verschiedenen Brechungsindex der hinter einander liegenden Medien den Uebelständen der sphärischen Aberration und der Farbenzerstreuung abgeholfen wird.

Es versteht sich nun von selbst, dass bei Einfachheit des lichtbrechenden Apparates das Auge unvollkommen bleibt. In vielen Fällen genügt dem Thiere eine einfache Linse. Es ist endlich denkbar, dass gar kein das Licht leitender Apparat vorhanden, und dass die unvermittelte Affection von Nervenenden genügt, um im Centralorgan Lichtempfindungen zu erregen. Die Lichtempfindung wird in diesem Falle in dem Gemeingefühl mit aufgehen. Viele niedere Thiere, obschon ohne Spur von Augen, suchen oder fliehen das Licht, indem alle oder einzelne Zellen auf den Lichtreiz reagiren, wie bei den Pflanzen.

Die Gehörwerkzeuge verlangen eine Vorrichtung, welche Schallwellen leicht zum nervösen Theil des Organes fortpflanzt. Diess geschieht bei den niederen Thieren in der Regel durch Bläschen, erfüllt mit einer Flüssigkeit und sehr oft einen oder mehrere Kalkkrystalle enthaltend. Auch können die Gehörorgane in Gestalt von Tastwerkzeugen auftreten (Krebse), da die Schallschwingungen nicht anders als durch Druck und Stoss wirken. Die Vervollkommnung der Gehörorgane beruht einmal auf der Entfaltung und Gliederung der Leitung und dann natürlich auf der Vervielfältigung und dem besonderen Bau der Nervenfaserenden.

Es ist bekannt, dass, je verschiedenartiger an Dichtigkeit zwei Körper sind, desto schwieriger die Fortleitung der Schallwellen aus dem einen in den anderen erfolgt, und dass die Wellen um so schwächer werden. Die Leitung erfolgt also schwerer aus der Luft in den Thierkörper, als aus dem Wasser. Die Wasserthiere werden also im Allgemeinen einen einfacheren acustischen Apparat bedürfen als die Luftthiere.

4. Ernährungssystem. Die meisten Thiere sind mit einer besonderen Einstülpung oder Höhlung zur Aufnahme der Nahrung versehen, dem Darmkanale. Die einfachste Form ist die eines Sackes mit einer Oeffnung; dann sondert sich eine eigne Mund-

höhle nebst Schlund ab und finden sich die verschiedenen Gliederungen der übrigen Strecke in einen oder mehrere Magen, Dünndarm, Dickdarm und Mastdarm ein. Die Anatomie hat hierbei zunächst die verschiedenen Greif- und Zerkleinerungsorgane des Mundes und der Mundhöhle zu berücksichtigen und dann jene zahlreichen Drüsen, die theils als einzelne Zellen oder kleinere Drüsenschläuche in den Epithelien des Darmkanals verborgen liegen, theils als grössere und compactere Organe nur durch ihre Ausführungsgänge mit dem Darmcanal zusammenhängen, und deren Secrete zur Erweichung und Zerlegung der Speisen bestimmt sind.

Mithin muss sich an die Betrachtung des *Tractus alimentarius* diejenige der Speicheldrüsen, der Leber und Bauchspeicheldrüse schliessen.

Der durch die Verdauung gewonnene Nahrungssaft ist das Blut, welches aus den Wandungen und unmittelbaren Umgebungen des Darmkanals nach allen übrigen Körpertheilen geleitet wird und woraus jedes Gewebetheilchen die ihm eigenthümlichen Substanzen sich assimilirt, und wiederum die Drüsen ihre Secrete oder Excrete abfiltriren.

Das Blut besteht aus Protoplasmakörperchen, welche oft zu hüllenlosen Zellen werden, gefärbt oder ungefärbt, und aus einer Flüssigkeit, die auch bald farblos ist, bald gefärbt.

Der Nahrungssaft durchdringt oft den Körper unmittelbar, indem er die Lücken zwischen den Organen auf mehr oder minder unregelmässiger Bahn durchläuft. Häufiger ist für seine Vertheilung durch ein Gefässsystem Vorsorge getroffen. Dasselbe ist entweder unvollständig, so dass das Blut einen Theil seines Weges in blossen wandungslosen Lacunen zurücklegt, oder vollständig und geschlossen. Diejenigen Strecken des Gefässsystems, welche mit einem selbständigen Muskelbeleg versehen und durch besondere Nerven zu regelmässigen Contractionen angeregt sind, heissen Herzen, die hiervon ausgehenden Gefässe Arterien, die zuführenden Venen.

Auf dem Wege durch den Körper erleidet das Blut sehr bemerkenswerthe Umwandlungen; es werden ihm eine Reihe von Stoffen entzogen und es nimmt im Lebensprocesse abgenutzte und unbrauchbare Bestandtheile auf. Es bedarf daher einer fortwährenden Erneuerung und Erfrischung, eines Austausches. Einer der wichtigsten Umtausche ist derjenige von Kohlensäure gegen Sauerstoff; er geschieht durch die Athmungsorgane. Sie

bringen die atmosphärische Luft in möglichst nahe Berührung mit dem Blute, welches daraus den Sauerstoff als einen Gemengtheil ausscheidet. Tritt das Athmungsorgan als eine drüsige Einstülpung auf zur directen Aufnahme der Luft, so heisst es Lunge; eine andere Art von Luft-Athmungswerkzeugen ist nicht localisirt, sondern hat die Form eines durch den ganzen Körper verzweigten Röhrensystems: Tracheen.

Auch bei der sogenannten Wasserathmung kommt nur der Sauerstoff derjenigen Luft zur Verwendung, welche von allem Quell- und Meerwasser absorbirt ist. Der Lunge entspricht die Kieme, eine „ausgestülpte Lunge"; den Tracheen das Wassergefässsystem.

Dass die Haut ohne Weiteres als Respirationsorgan dienen kann, bedarf nach dem Gesagten keiner weiteren Erklärung. Es athmen auch solche niedere Thiere, welche keine besonderen Athmungsorgane haben.

Zur Absonderung stickstoffhaltiger Bestandtheile aus dem Blute dient die Niere. Diese Drüse kommt nicht nur bei den höheren Thieren vor, wenn auch die Harnausscheidungen bei vielen niederen Thieren sich nicht sehr bemerklich machen.

5. Fortpflanzungssystem. Man unterscheidet die ungeschlechtliche und die geschlechtliche Vermehrung. Jene ist die einfachere und ursprünglichere und erscheint, insofern sie an den sich fortpflanzenden Individuen mehr äusserlich verläuft, als Theilung oder Knospung.

Physiologisch streng lässt sich zwischen beiden verschieden benannten Vorgängen keine Gränze ziehen, indem wohl nie das Thier in der Weise in zwei Hälften oder in mehrere gleiche Theile zerfällt, dass nicht noch während des Zusammenhanges jeder sich zum selbständigen Individuum loslösende Theil gleichsam als eine Knospe der anderen Hälfte oder der übrigen Theile zu betrachten wäre. Und im anderen Falle, wo wir Knospenbildung zu haben glauben, geht nicht selten ein wirklicher Theil des Mutterthieres ohne besondere histologische Veränderung in die Knospe über.

An die äussere Knospung schliesst sich die ungeschlechtliche innere Keimbildung an, welche sich entweder nur durch die Verborgenheit des Vorgangs unterscheidet oder eine wesentlich andere Form annimmt, wenn in eigenthümlichen, den Eierstöcken ähnlichen Organen besondere, sich isolirende Zellen oder Zellgruppen, Keime entstehen und zu neuen Individuen sich entwickeln.

Der Charakter der geschlechtlichen Fortpflanzung besteht darin, dass der Embryo durch das Zusammenwirken und die Vereinigung zweier verschiedener Fortpflanzungsstoffe entsteht. Das Ei, als der eine Stoff, bedarf der Befruchtung durch den anderen, den Samen. Gewöhnlich sind besondere Organe vorhanden, in denen sich die Eier und der Same bilden, Eierstock und Hode. Sie sind in seltneren Fällen in merkwürdiger Weise combinirt zu einer Zwitterdrüse, häufiger ohne eine solche Verschmelzung in einem Individuum, Hermaphroditen, vereinigt.

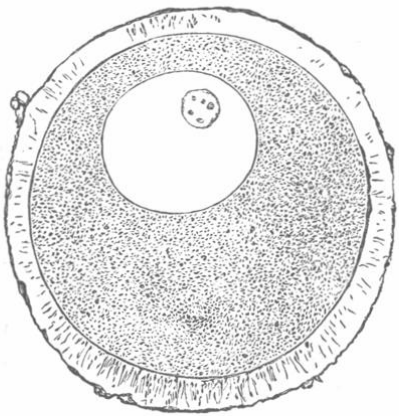

Fig. 1. Reifes Ei von *Asterias glacialis* (n. Fol).

Das Ei ist eine Zelle, deren Kern Keimbläschen, und deren Kernkörperchen Keimfleck heisst. Der übrige Inhalt ist Dotter und Eiweiss.

Bei einigen Thieren kommen regelmässig Eier ohne Befruchtung zur Entwicklung, z. B. bei den Bienen, deren Männchen aus unbefruchteten wahren Eiern hervorgehen.

Die wesentlichen Bestandtheile des Samens sind die in einer Flüssigkeit enthaltenen Samenkörperchen, welche ebenfalls nichts anderes als modificirte Zellen sind. Die am häufigsten vorkommende Gestalt derselben ist die einer Stecknadel, indem sie aus einem Köpfchen und einem Schwanze bestehen. Die Samenkörperchen dieser Gestalt bewegen sich undulirend und sind als freie Wimperorgane zu betrachten. Die bei der Begattung auf das Weibchen zu übertragende Samenportion ist oft von einer besonderen Hülle umgeben, und heisst ein solches Paket Spermatophore.

Nachdem der Eikern gewöhnlich unter Abstossung eines Theiles seiner Masse sich zum weiblichen Vorkern, das Samenkörperchen unter Verlust des schwingenden Fadens zum männlichen Vorkern[1]) sich umgebildet hat, verschmelzen diese beiden —

1) Soll nach Schneider bei Hirudineen, Nematoden und Asteracanthion rubens nicht existiren. Hauptwerk: Fol, Recherches sur la Fécondation etc. 1879.

Befruchtung — zum Kern des befruchteten Eies und es beginnt die Furchung, d. h. die Erzeugung neuer, zum Aufbau des Embryo zu verwendender Zellen durch Theilung. Die Furchung ist entweder eine totale, (primordiale und inäquale nach Häckel[1]), wenn sie sich über die gesammte Dottermasse erstreckt, oder eine partielle, (discoidale und superficiale), wenn nur derjenige Theil des Dotters sich klüftet, aus dem die erste Anlage des Embryo gewonnen wird, während der übrige Theil den sogenannten Nahrungsdotter bildet. Beispiele für die vier, nicht scharf zu trennenden Modificationen sind: Amphioxus, Amphibien, Vögel, die meisten Arthropoden.

Da die erste sich darbietende Hypothese hinsichtlich der Zusammengehörigkeit der gesammten Thierwelt die ist, dass alle von einer Urform abstammen, so ist die Frage nothwendig, wie weit trotz der späteren Verschiedenheit die ersten Stufen der Entwicklung gemeinsame sind oder sich mit einander als homolog vergleichen lassen. Diesen Gedanken hat Haeckel[1]) durchgeführt, indem er nicht nur die Furchungserscheinungen einheitlich auffasste, sondern auch noch die weitere Bildung des Keimes bis zur Vollendung der sogenannten Gastrula als allen aus dem Ei sich entwickelnden Thieren gemeinsam darstellt. Der einfachste Fall ist, dass das ganze Ei gleichmässig sich in eine aus einer einfachen Zellenschicht bestehende Blase umwandelt. Mit der Einstülpung der einen Blasenhälfte in die andere entsteht die Archigastrula, ein Sack, deren Oeffnung der Urmund oder Blastoporus heisst. Die äussere Wand ist das Ectoderm (Epiblast), die innere das Endoderm (Hypoblast). Gewöhnlich geht an letzterer Zellenschicht das Mesoderm (Mesoblast) hervor[2]).

Indem die Fortpflanzung eine directe Theil- und Stoff-Uebertragung von dem elterlichen auf den kindlichen Organismus ist, gehen damit auch die Kräfte und Eigenschaften auf die Nachkommen über, sie vererben sich, auch vererbt sich die Art und die Reihenfolge der Entwicklungsvorgänge. Dieselben stimmen innerhalb eines und desselben Typus in den Grundzügen überein (vergl. unten Vererbung und Anpassung), und so entspricht im Allgemeinen jedem Typus des Baues auch ein bestimmter Typus der Entwicklung.

1) Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere. Jenaische Zeitschrift. 1875.

2) Der moderne Standpunkt der mit der Gastrulatheorie zusammenhängenden Lehre von den Keimblättern ist dargelegt in O. u. R. Hertwig's Studien zur Blättertheorie. Jena. Fischer.

Alle Thiere haben im Ei oder überhaupt während der Entwicklung eine Reihe, nach den Typen und Klassen sehr verschieden sich gestaltender Umwandlungen durchzumachen; viele verlassen jedoch das Ei so, dass sie im Allgemeinen dem Mutterthiere oder einem der Eltern vollständig ähneln. Bei sehr vielen ist aber das Neugeborene so auffallend abweichend durch Gestalt, durch den Besitz besonderer, zu besonderer Lebensweise nothwendiger Organe, durch den Mangel anderer, welche für die spätere Lebensperiode erforderlich sind, dass man in diesem Falle vorzugsweise von einer Metamorphose spricht. Wir beschränken diesen Begriff immer nur auf die Veränderungen der Gestalt und des physiologischen Verhaltens, welche ein und dasselbe Individuum betreffen, und die Benennung Larve darf streng und in der ursprünglichen Bedeutung genommen nur auf ein Individuum angewendet werden während der Periode, in welcher es sich zu seiner definitiven Gestalt entwickelt. Die Metamorphose ist also der Entwicklungscyclus eines Individuums.

Viel weitgreifender ist die eigenthümliche Art der Fortpflanzung, welche Generationswechsel heisst, und wodurch der Begriff der Species, wie man ihn gewöhnlich zu haben pflegt, und wonach alle diejenigen Individuen zu einer Species gehören, welche zu einer gewissen Lebensperiode nahebei dieselbe Grösse und Gestalt erlangen und sich fruchtbar fortpflanzen, wesentlich modificirt wird. Der Artbegriff wird nämlich bei den dem Generationswechsel unterworfenen Thieren nicht durch die Merkmale einer Generation von Thieren vollständig, sondern es gehören mehrere in cyclischer Entwicklung auf einander folgende Generationen dazu, die im Allgemeinen in dem Verhältniss zu einander stehen, dass die eine, als Hauptrepräsentant der Art, Geschlechtsorgane entwickelt und durch Samen und Eier sich fortpflanzt, während die aus den Eiern hervorgegangene Generation durch eigenthümliche Keimbereitung, durch Theilung oder Knospenbildung proliferirt und erst in ihren Nachkommen oder in den Producten dieser Nachkommen der ersten, Samen und Eier zeugenden Generation wieder ähnlich wird. Die keimbereitenden Zwischengenerationen sind Ammen genannt worden. Der Generationswechsel ist mithin eine Metamorphose von Generationen, innerhalb welcher die Metamorphose von Individuen vielfältig vorkommt.

Wenn „Metamorphose“ und „Generationswechsel“ früher nur Ausdrücke für unerklärte Thatsachen waren, so klärt uns die De-

scendenztheorie über das Wesen dieser Vorgänge auf, indem die niederen, in Metamorphose und Generationswechsel vorübergehenden Zustände ehemals bleibende waren und durch Vererbung in die Gegenwart hineinragen, während die jetzt bleibenden und vollkommneren im Laufe der Zeiten durch Anpassung und Weiterentwicklung erworben sind. Dabei ist es jedoch oft geschehen, dass früher vorhanden gewesene Zustände sich in der Entwicklung nur andeutungsweise oder nicht wiederholen. Verkürzte Entwicklung — höhere Krebse, Säuger.

Man hat auch Arten kennen gelernt (Neunaugen), wo schon die Larve geschlechtsreif wird und aus Eiern und Samen Nachkommen zeugt, und endlich sogar solche (Würmer), wo zwei von einander in Aussehen und Bau verschiedene Generationen, welche beide geschlechtsreif werden, mit einander abwechseln. (Ascaris nigrovenosa und ihre Rhabditis-Generation.)

Inhalt der vergleichenden Anatomie im engeren Sinne.

Es ist zweckmässig, in dieser Periode, wo unsere Wissenschaft eine neue folgenreiche Wendung genommen, an ihre frühen Anfänge zu erinnern.

Aristoteles mit seinen bewundernswerthen Leistungen in der vergleichenden, philosophirenden Naturbetrachtung ist ein einsames Meteor. Nachdem man das ganze Mittelalter hindurch auf ihn geschworen, am wenigsten aber seine naturhistorischen Werke verstanden hatte, machte sich völlig unabhängig von ihm im 17. Jahrhundert das Bedürfniss nach einer vergleichenden Anatomie als einer Ergänzung der menschlichen Anatomie und als Vorbedingung der Erkenntniss des *usus partium*, der Physiologie, geltend. Thomas Willis (1622—1675) sagt in seiner berühmten Anatomie des Gehirns (1666) „Wenn ich die Uebereinstimmungen und Verschiedenheiten dargelegt haben werde, welche die einzelnen Theile bei den verschiedenen, unter sich und mit dem Menschen verglichenen Thiere haben: dann werde ich sicher vermittelst einer solchen vergleichenden Anatomie nicht nur die Functionen eines jeden Organes entdecken können, sondern auch die Spuren und Aeusserungen der thierischen Seele selbst, ihre Einflüsse und geheime Wirkungsweise.

Die Empirie des Baco von Verulam[1]) (seine Hauptwerke zwischen 1605 und 1622) und die Erkenntnisslehre des Cartes (geb. 1596) hatte mit dem kritiklosen Nachbeten überlieferter Doctrinen gebrochen. Dem Bedürfniss, auch in der Naturlehre kritisch zu untersuchen, kam das Mikroskop entgegen, und durch das Dreigestirn Malpighi (1628—1694), Swammerdam (1637—1680), Leeuwenhoek (1632—1723) wurde die Gewebelehre vorbereitet und das Interesse für eine selbständige zoologische Forschung mächtig angeregt.

Die eigentliche Begründung der Physiologie geschah durch A. von Haller[2]). Sie hat ihre Ausbildung von da an bis auf Joh. Müller (gest. 1857) von der Erweiterung der vergleichenden Anatomie abhängig gemacht.

Wie man aber schon im 18. Jahrhundert neben der medicinischen Wissenschaft die in ihrem Dienste stehende vergleichende Anatomie um ihrer selbst willen zu pflegen begann, wurde sie nun auch zugleich durch allgemeine naturwissenschaftliche Ideen befruchtet. Dies geschah namentlich durch Buffon (1707—1788), welcher in seiner grossartig angelegten Naturgeschichte dem Grundgedanken eines der ganzen Thierwelt gemeinsamen Urplanes *(dessein primitif et général)* Ausdruck giebt. Für die höheren Thiere erschien dieser Grundplan in physiologischer und anatomischer Hinsicht verwirklicht, dieselben Theile erschienen in den verschiedensten Graden der Vollkommenheit und nach einem Plane der Anordnung. Im Bereiche der niederen Thierwelt aber reducirte sich der geträumte Grundplan auf blosse physiologische Analogieen in der Ernährung, Entwicklung und Fortpflanzung. Alle bedeutenden Arbeiten des vorigen Jahrhunderts beziehen sich auf die vergleichende Anatomie der Wirbelthiere. Peter Camper. Alexander Monro. Wo man darüber hinaus will (Vicq d'Azyr, 1786. Kielmayer, 1793), lässt man nothgedrungen die morphologische Einheit fallen, um an ihrer Stelle oberflächliche physiologische Analogieen zu bringen.

Die Geschichte der vergleichenden Anatomie im 19. Jahrhundert hat bei der sogenannten „anatomischen Philosophie" von Etienne Geoffroy Saint Hilaire (gest. 1844) zu verweilen. Auch ihm schien, dass die Natur alle lebenden Wesen

---

1) *Rerum inventio a naturae luce petenda non ab antiquitatis tenebris repetenda est.*

2) *Elementa physiologiae corporis humani* 1557—1766.

nach einem Plane geschaffen habe, und er stellte einige sogenannte Grundgesetze auf [1]), von denen die thierischen Gestaltungen beherrscht sein sollten. Der Versuch, eine eigentliche Erklärung zu geben, welche denn die wirklichen mechanischen Ursachen der Gleichartigkeit und Veränderlichkeit der organischen Wesen seien, ist weder von ihm unternommen worden, noch von dem deutschen Naturphilosophen Oken (gest. 1851). Seine Ansichten über die organische Natur sind nur im Zusammenhange seines ganzen Systemes aufzufassen und zu würdigen. Nur mag der wichtige und in der neuesten Epoche unserer Wissenschaft in einem ganz neuen Lichte erscheinende Satz hervorgehoben werden, dass jedes Thier in seinen embryonalen Entwicklungsstufen die unter ihm stehenden Abtheilungen durchlaufe [2]).

Alle diese zum Theil werthvollen, zum Theil phantastischen und der reellen Grundlage entbehrenden Anläufe wurden durch die von Cuvier (1769—1832) eingeschlagene Richtung in den Hintergrund gedrängt. Es gab, als er zu forschen anfing, zwar ausgedehnte Arbeiten über einzelne Thierklassen, man hatte aber nur die äusseren Beziehungen der Arten berücksichtigt, die Klassen und Unterabtheilungen waren nicht nach dem Ganzen der inneren und äusseren Kennzeichen gegen einander abgewogen. Daher waren die Charactere vieler Klassen falsch oder unvollständig aufgestellt, die Ordnungen willkürlich, in keiner Abtheilung die Gattungen naturgemäss gruppirt. Cuvier musste, wie er sagt, in der Anatomie und Zoologie, im Seciren und Klassificiren von vorn anfangen, aus seinen ersten Betrachtungen über die Organisation eine bessere Eintheilung zu entnehmen suchen, sich dieser wieder zu neuen Beobachtungen bedienen, nochmals mit den neugewonnenen Kennzeichen die Eintheilung vervollkommnen, kurz, aus dieser gegenseitigen Befruchtung der beiden Wissenschaften ein zoologisches System hervorgehen lassen, welches als Vorbereitung und Führer auf dem Felde der vergleichenden Anatomie dienen könne, und einen Lehrschatz der vergleichenden Anatomie, um damit das zoologische System zu entwickeln und zu erläutern. So will Cuvier zum natürlichen System gelangen, dem Ideal der Natur-

1) *a*) *Principe des connexions*, *b*) *Principe du balancement des organes*, *c*) *Théorie des analogues.*

2) „Die Thiere vervollkommnen sich nach und nach, indem sie Organ an Organ setzen, ganz so, wie sich der einzelne Thierleib vervollkommnet.“ Oken, Naturphilosophie.

geschichte, weil es der genaue und vollständige Ausdruck der Natur selbst sein würde.

Es handelt sich also in der Schule Cuvier's vor Allem um die umfassendste Ergründung der Thatsachen und dann um die naturgemässe, aus der Vergleichung sich ergebende Zusammenstellung. Sie schliesst allerdings, von der Zweckmässigkeit des Organismus durch die Beobachtung überzeugt, bei unvollständig vorliegendem Befund nach dem Zweckmässigkeitsprincip *(principe des conditions d'existence, principe des causes finales)* auf die Ergänzung, gelangt aber von jener höchst schätzenswerthen vergleichenden Zusammenstellung der Thatsachen nicht hinüber zu einer Erklärung der Gleichheit oder Ungleichheit.

Das Hauptresultat dieser vergleichenden Zergliederung bei strenger Vermeidung alles Spielens mit Analogieen war die Ueberzeugung, dass das Thierreich nicht nach einem Thema variirt sei, sondern mindestens nach vier Typen *(formes principales, plans généraux)* oder Grundplänen aus einander gehe. Strahlthiere, Gliederthiere, Weichthiere, Wirbelthiere. Jeder dieser Typen wird durch das Vorwalten gewisser Organe und durch die Art der allgemeinen Anordnung der Körpertheile bestimmt. Sie lassen sich daher architectonischen Baustylen vergleichen, die in ihren verschiedenartigen Ausführungen an feste Principien und Regeln gebunden sind. Die Stellung, welche eine Thierart im System einzunehmen hat, richtet sich also zunächst nach dem allgemeinen Typus, welcher aus der Zergliederung sich ergiebt, und dann nach der geringeren oder complicirteren Ausbildung ihrer Organe innerhalb der Gränzen des Typus. Es ist natürlich, dass der Beobachtung hierin das weiteste und dankbarste Feld geöffnet wurde, besonders nachdem Carl E. von Bär die Grundsätze einer solchen Vergleichung, die Abwägung des Werthes der massgebenden Charactere näher präcisirt hatte.

Diese vergleichende Anatomie musste also ihre wichtigste Aufgabe darein setzen, innerhalb der als fundamental von einander getrennt erscheinenden Typen das Detail zu erforschen und die Gleichartigkeit — die Homologieen — nachzuweisen. Schon im vorigen Jahrhundert aber hatten die ausgezeichnetsten Geister, wie Vicq d'Azyr und Goethe, später Oken auf die Nothwendigkeit der Vergleichung der Organe an einem und demselben Individuum hingewiesen und darin eine wesentliche Ergänzung der auf die verschiedenen Thiere und Thiergruppen sich erstreckenden ver-

gleichenden Anatomie gefunden. Am frühesten hatte sich die Vergleichung der hinteren und vorderen Gliedmassen dargeboten, es folgte die berühmte und fruchtbare Vergleichung der Wirbel mit den Schädelknochen. Fast nicht minder dankbar erwies sich die vergleichende Anatomie am Gliederthier-Individuum. Und so kann allerdings diese vom Individuum allmälig auf Gattung und die höheren systematischen Einheiten sich ausbreitende Betrachtung zu einer Zusammenstellung der Objecte gelangen, in welcher sie als nach ihrer „natürlichen Verwandtschaft" geordnet erscheinen.

Vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte.

Das Verständniss jedes Gewordenen wird durch sein Werden eröffnet. Um so wichtiger muss bei dem in unablässiger Veränderung begriffenen Organismus die Ergründung seiner Anfänge und Entwicklung sein. Das Bedürfniss, die Forschung hierauf auszudehnen, knüpft zunächst an die oben berührte vergleichende Anatomie des Individuums an, wo die sich wiederholenden, aber mehr und mehr umgestalteten Theile je jünger, um so gleicher sind, wo also durch die Entwicklungsgeschichte allein die Identität solcher Organe bewiesen werden kann, welche bei dem ausgewachsenen Thiere ganz verschiedene Gestalt angenommen und verschiedene Verwendung gefunden haben. Hinterleibscelet der Insecten. Schleifencanäle der Gliederwürmer.

Unentbehrlich und von entscheidender Wichtigkeit wurde aber die Entwicklungsgeschichte für die ihre Gesichtspunkte erweiternde vergleichende Anatomie, als (durch Bär) die Uebereinstimmung der Mitglieder der grossen typischen Abtheilungen in gewissen Grundzügen der Entwicklung sich herausstellte, mithin die „natürliche Verwandtschaft" durch die Gleichartigkeit des Werdens besiegelt wurde. Also abgesehen davon, dass in der niederen Thierwelt ohne die Verfolgung der Entwicklung gar nicht einmal die Zusammengehörigkeit der auf einander folgenden verschiedenen Formen eines und desselben Zeugungskreises sich feststellen, mithin nicht einmal die ersten Bedingungen der beschreibenden Naturkunde sich erfüllen lassen, sind die aus der Vergleichung der fertigen Arten gewonnenen Resultate so lange anzweifelbar, als nicht die Entstehung der Gleichartigkeit vor dem Auge des Beobachters sich abspinnt. Mundwerkzeuge der Insekten. Eine Menge von Beziehungen verbergen sich überhaupt oder bleiben so lange völlig räthselhaft, bis nicht die Entwicklungsgeschichte, wie in den Indi-

viduen, so in den Artenreihen und höheren Gruppen auf die Identität des scheinbar Verschiedenartigsten führt. Gelenkstück des Unterkiefers der Reptilien und Vögel = Hammer.

Schon frühzeitig hat sich die Beobachtung aufgedrängt, dass die systematische Anordnung, wie sie sich aus der reinen Anatomie der fertigen Organismen ergiebt, in der Entwicklung der Individuen eine merkwürdige Bestätigung findet. Die höheren Thiere einer und derselben typischen Hauptabtheilung durchlaufen in ihrer Entwicklung Zustände, auf denen die niederen verharren. Perennibranchiaten — Frösche. Fuss der Vögel und Reptilien. Dieser Parallelismus der anatomischen Reihe der Arten mit der Entwicklungsreihe der Individuen ist eine der wichtigsten Leuchten der vergleichenden Anatomie geworden, lange bevor man zu einer Erklärung desselben sich erhob.

Vergleichende Anatomie und Paläontologie.

Der Gründer der Paläontologie als einer nothwendigen Ergänzung der vergleichenden Anatomie der lebenden Thiere ist Cuvier. Es stellt sich bald heraus, das die heutige Thier- (und Pflanzen-)welt „Lücken" hat. Neben reichen Abtheilungen, wo die ganzen Gestalten und die einzelnen Organe in ununterbrochenen Formenreihen in einander übergehen, treten isolirte kleine Gruppen (Einhufer) oder gar einzelne Arten (Lanzettfisch) auf, welche nur mit Gewalt sich in das System einfügen lassen und in demselben sich sehr unnatürlich ausnehmen würden, wenn nicht durch die untergegangenen Thiere, durch Zwischenformen, diese Schroffheiten ausgeglichen würden.

Nachdem die neuere Geologie (Lyell) zu dem unumstösslichen Resultat gekommen, dass die Bildung der Erdrinde und ihrer verschiedenen Schichten eine ganz allmälige war, und nie solche allgemeine plötzliche Umwälzungen stattgefunden haben können, durch welche die jedesmalige Lebewelt in ihrer Gesammtheit zerstört worden wäre, sehen wir auch in den vorweltlichen Thieren ein Ganzes, welches in allen wesentlichen Grundzügen der Organisation mit der heutigen Lebewelt übereinstimmt und mit derselben im unmittelbarsten Zusammenhange steht. Wie unzählige Formen für uns auch völlig verloren sind, in zahlreichen Fällen ist durch die Ueberreste der Ausgleich geschehen.

Unbestrittene Ergebnisse der Wissenschaft von den vorweltlichen Organismen sind ferner, dass von den älteren Perioden zu

den neueren ein Fortschritt sattfindet. Derselbe spricht sich darin aus, dass die Organismen der älteren Zeiten embryologische Charactere der heutigen Thierwelt an sich tragen oder den niedrigeren unter den heutigen Formen ähneln. Dieselbe Unbestimmtheit der Jugendformen, die noch nicht erkennen lässt, welche specielle Prägung das fertige Thier wird angenommen haben, wiederholt sich an den vorweltlichen Organismen nach ihrer Ausbildung. Nicht wenige machen, verglichen mit den lebenden Arten, den Eindruck von „Mischformen", d. h. solchen, die in sich Merkmale vereinigen, welche jetzt auf verschiedene Gruppen vertheilt sind. So unvollständig auch die fossilen Reste, lassen sie doch schon jetzt in fast allen grösseren und kleineren Abtheilungen bis auf die Gattung ein allmäliges Anschwellen der Formenmenge erkennen, welches bei vielen in längst vergangenen Perioden seinen Höhepunkt erreicht und einem oft sehr rapiden, oft sehr langsamen Rückzuge und Verschwinden Platz gemacht hat, bei anderen in steter Zunahme bis zur Gegenwart geblieben ist.

Man begreift hieraus, ohne noch das Detail zu kennen, dass die Paläontologie eine mindestens ebenso wichtige Ergänzung der vergleichenden Anatomie der lebenden Organismen ist, als die Embryologie, oder in weiterer Bedeutung die Entwicklungsgeschichte der Individuen.

Die Morphologie.

Aus der innigen Durchdringung der drei Disciplinen, deren gegenseitiges Verhältniss soeben angedeutet wurde, entsteht die thierische Morphologie, die Wissenschaft, welche die Erkenntniss und Erklärung der gesammten Formenverhältnisse der Thiere zu ihrer Aufgabe hat. Dass dieses Ziel in seinem vollen Umfange nicht erreicht werden kann ohne seine gleichzeitige Erweiterung auf die Pflanzenwelt und ohne in innigster Berührung mit der Physiologie, der Wissenschaft von den Verrichtungen der Organismen und ihrer Theile zu bleiben, liegt auf der Hand. Wir müssen uns durch die historische Entwicklung unserer Wissenschaft zum Bewusstsein gebracht haben, dass, was man früher auf diesem Gebiete „Gesetz" nannte, blosse Formeln sind, in denen man die Uebereinstimmung von Reihen gleicher oder nahezu gleicher Thatsachen und Befunde ausdrückt. In diesem Sinne konnte z. B. die vergleichende Anatomie von einem „Gesetz" sprechen, dass die Vögel ein Quadratbein, die Wirbelthiere einen Zwischenkiefer, die Gliederthiere ein

Bauchmark besitzen. Damit ist aber noch nicht im Geringsten die Erklärung gegeben, warum diese und alle übrigen Bildungen und Bildungsreihen ihre erfahrungsmässige Ausdehnung haben, und durch welche causale Begründung der Inductionsschluss von Fall zu Fall innerlich gerechtfertigt ist. Ebenso wenig kann die teleologische Anschauungsweise, welche die Gleichheit oder Ungleichheit der Formen von verschiedenen ausserhalb derselben liegenden und sie determinirenden Zwecken herleitet, für etwas Anderes gehalten werden, als für ein untergeordnetes Hülfsmittel zur Orientirung. Unsere Morphologie muss vielmehr dadurch eine wahre Gestalten- und Gestaltungslehre zu sein suchen, dass sie die Formenreihen als Folgen von Ursachen darstellt, welche nicht ausserhalb der Erscheinungswelt liegen und der Beobachtung und Berechnung zugänglich sind.

Der Artbegriff und die Descendenzlehre.

Erst mit Linné begann die Feststellung einer wahren Grundlage der vergleichenden Anatomie, die specielle Auffassung der Unterscheidungsmerkmale der organischen Wesen; und die ganze nachlinnéische Zeit hat über ein Jahrhundert systematisirt, mit wenigen Ausnahmen von der Voraussetzung, der laut ausgesprochenen oder als selbstverständlich angenommenen, ausgehend: alle Pflanzen- und Thierarten seien auf unbegreifliche Weise in bestimmter Reihenfolge geschaffen. Alle in der äusseren Form übereinstimmenden Individuen und alle diejenigen, welche auf gleich gebildete Stammeltern zurückzuführen seien, bildeten eine Art. Auch über die Unveränderlichkeit der Art, d. h. die unabänderliche Vererbung der „wesentlichen" Merkmale von Generation zu Generation war die herrschende Richtung der Naturforschung als über einen a priori feststehenden Satz einig.

Für die Praxis der Botanik und Zoologie war natürlich die „Constanz der Merkmale" das Wichtigste, und wiederum der reinen Praxis, dem Uebereinkommen und dem individuellen Gefühl war es überlassen, von Fall zu Fall, von Art zu Art diejenigen Merkmale der Gestalt, Grösse, Farbe u. s. w. in der Diagnose zu vereinigen, welche als die wesentlichen gelten sollten. Der Beobachtung, dass innerhalb der so gewonnenen „Arten" dennoch Abweichungen vorkommen, konnte man sich nicht entziehen, und man nannte solche Individuenreihen, welche innerhalb der „constanten"

Arten selbst wieder mit einer stärkeren „Constanz“ gewisse Eigenthümlichkeiten bewahren und fortpflanzen „Unterarten“ (Subspecies), solche dagegen, wo die sich vererbenden untergeordneten Eigenthümlichkeiten etwas minder auffallend und leichter verwischbar, „Spielarten“ (Varietates).

Da man nun die Constanz in der Fortpflanzung nicht controlirte, noch zu controliren im Stande war, und allgemeine Gesetze über das, was „wesentlich“ und „unwesentlich an den Arten sei, für keine kleinere Abtheilung, geschweige denn für sämmtliche Organismen aufgestellt werden konnten, so war die ganze Grundlage des sogenannten „natürlichen Systems“ dennoch eine durchaus willkürliche und künstliche. Wie man das Schwanken der morphologischen Merkmale von Art zu Art geflissentlich nicht sehen wollte, ja solche Formen, welche die Unhaltbarkeit der Lehre von der Constanz der Merkmale am klarsten bewiesen, als „schlechte Arten“ bei Seite schob, ebenso verschloss man die Augen vor den Thatsachen, welche auch die Reinheit der Fortpflanzung mehr als in Frage stellten. Es hatte sich die auf gänzlich unzugängliche oder unglücklich gewählte Beispiele basirte Lehre eingebürgert, die aus Paarung verschiedener Arten hervorgehenden Nachkommen, Bastarde, seien unfruchtbar, dagegen die Nachkommen gekreuzter Varietäten, Blendlinge, immer fruchtbar. Weder das Eine noch das Andere ist allgemein richtig, und durch neuere zahlreiche kritische Beobachtungen und Experimente ist erhärtet, dass in der Fortpflanzungsfähigkeit der Bastarde und Blendlinge ein wesentlicher Unterschied nicht besteht, dass die einen und die andern in gegebenen Fällen und unter günstigen Bedingungen durch anfänglich schwankende, später sich mehr und mehr befestigende Vererbung neuer Merkmale zu neuen distincten Formen sich umgestalten und von den Stammarten abheben können, kurz, dass die ehemals behauptete Constanz der Arten nicht besteht.

Eine mächtige Stütze gewinnt diese Lehre in der Wahrnehmung, dass bei einigen Gruppen niederer Organismen, Polythalamien, Spongien, Ammoniten, es überhaupt kaum möglich ist, „Arten“ zu beschreiben und zur Orientirung abzugränzen, sondern dass diese Organismen geradezu in blosse continuirliche Formreihen aufgelöst sind, oder dass die einzelnen Gruppen aus mindestens eben so vielen „schlechten“ als „guten“ Arten bestehen.

Diese Organismenreihen, auf die wir eben hindeuteten, bilden jedoch keineswegs besondere Ausnahmen, und mit Recht sagt

Haeckel: „Schlechte Arten würden alle Species ohne Ausnahme sein, wenn wir sie vollständig kennen würden, d. h. wenn wir nicht allein ihren gesammten gegenwärtigen Formenkreis, wie er über die ganze Erde verbreitet ist, kennen würden, sondern auch alle ihre ausgestorbenen Blutsverwandten, die zu irgend einer Zeit gelebt haben.“ Um nun für den Artbegriff eine der Möglichkeit entsprechende Basis zu erhalten, ist erstens auf jene Thierformen Rücksicht zu nehmen, bei denen unter den verschiedenen Weisen ungeschlechtlicher und geschlechtlicher Fortpflanzung ganz verschiedene Gestalten im Zeugungscyclus einander ablösen, und zweitens auf die Veränderlichkeit dieser Zeugungskreise theils im Laufe der Zeit, theils, in Verbindung damit, in Folge geographischer Isolirung. Wir können uns daher ebenfalls Haeckel anschliessen, wenn er den Begriff der Art so giebt: „Die Species oder organische Art ist die Gesammtheit aller Zeugungskreise, welche unter gleichen Existenzbedingungen gleiche Formen besitzen.“

Der Gedanke von der Veränderlichkeit der Art hatte sich schon im vorigen Jahrhundert einer unbefangenen und consequenten Weltanschauung aufgedrängt. In Maupertuis Fusstapfen trat Diderot; an Herder und Kant schloss sich Goethe an. Sie schon waren der Ueberzeugung, dass alle höheren und zusammengesetzteren Organismen nach und nach aus der Umwandlung einfacherer Wesen hervorgegangen seien, und dass die Welt der Organismen als eine grosse blutsverwandte Gesammtheit aufzufassen sei. Und schon Lamark[1]) führte diese Idee systematisch durch; er wird gewöhnlich als der eigentliche Schöpfer der Transmutations- oder Descendenzlehre genannt.

Indessen konnte sich diese Lehre bei der Dürftigkeit der Beweise gegenüber der herrschenden „Schule der Thatsachen“ nicht geltend machen, und sie hat erst ein halbes Jahrhundert später, fast drei Jahrzehnte nach der Neugestaltung der Geologie, durch Darwin's Selectionstheorie[2]) ihre Begründung erhalten.

Die wichtigsten Sätze seiner Lehre, wodurch die Umwandlung auf ihre natürlichen Ursachen zurückgeführt wird und die grossen Reihen der paläontologischen und überhaupt organologischen und

1) J. B. Lamark, Philosophie Zoologique. 1809.

2) Ch. Darwin, Ueber die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. I. Aufl. 1859.

biologischen Thatsachen ihre mechanische Erklärung finden, lassen sich so zusammenfassen. In Folge der künstlichen Züchtung und des dabei beobachteten accumulativen Wahlvermögens des Menschen sieht man aus anfänglich unbedeutenden und variabeln Abänderungen in den folgenden Generationen solche Charaktere sich befestigen, dass die gewonnenen Formen sowohl unter sich als verschiedene Raçen, als von den Ausgangsformen mehr abweichen, als sogenannte Arten im freien Zustande. Zwar weit langsamer, aber eben so sicher vollzieht sich auch im Naturzustande die Umwandlung von Varietäten (als beginnender Species) in gute Arten. Dies geschieht durch die Auslese im Kampf um das Dasein, indem diejenigen Individuen, welche mit irgend einem zufälligen, für die Fristung des Lebens günstigen Vortheil der Organisation versehen sind, in dem Wettkampfe Aller um's Dasein bevorzugt sind. Dergleichen Vortheile werden in der Uebertragung auf die Nachkommen mehr und mehr constant, und so müssen im Laufe der Zeiten die minder begabten Raçen jenen sich über sie erhebenden und zu neuen Arten werdenden unterliegen. Dies ist die natürliche Züchtung, welche also durch Häufung unendlich kleiner vererbter Modificationen wirkt. Eine häufige und wichtige Gelegenheitsursache zur natürlichen Züchtung ist die Isolirung und Migration. (M. Wagner.)

Vererbung und Anpassung.

Sie sind die beiden bei der natürlichen Züchtung in Wechselwirkung tretenden Hauptfactoren. Dass die Erblichkeit wirklich besteht, ist so leicht zu beobachten und so allgemein anerkannt, dass durch diese Eigenschaft der Organismen die Anerkennung der anderen, der Anpassung, fast ganz in den Hintergrund gedrängt wurde. Die Ursachen der Erblichkeit und Vererbung liegen in den factischen, freilich zum Theil noch höchst unklaren Verhältnissen der Fortpflanzung, in der bei jeglicher Fortpflanzung vorhandenen Loslösung von Theilen des oder der elterlichen Organismen und ihrer directen Umbildung in die Sprösslinge und Nachkommen. An die sich abtrennenden Stoffe sind auch die Kräfte gebunden, welche im elterlichen Organismus wirkten, und aus denen die Formen und der Verlauf der morphologischen und physiologischen Erscheinungen der neuen Individuen resultiren.

In erster Stelle vererben sich diejenigen Eigenschaften, welche schon das befestigte Eigenthum der früheren Generationen waren

(conservative Vererbung, Häckel). Jeder Organismus kann aber auch einen geringeren oder grösseren Theil derjenigen Eigenschaften vererben, welche er sich selbst durch Anpassung erworben (progressive Vererbung), eine Thatsache, welche vor Allem bei der künstlichen Zuchtwahl leicht zu beobachten. Die Vererbung geschieht in der Regel von Generation zu Generation, und dies ist der am leichtesten verständliche und erklärbare Fall. Im anderen bleiben Eigenschaften, welche ursprünglich vorhanden waren, durch eine, mehrere oder eine Reihe von Generationen hindurch latent, bis sie im Rückschlag (Atavismus) wieder auftreten. Auch hierfür giebt die Zucht der Hausthiere die geläufigsten Belege, während andererseits die Erscheinungen des Generationswechsels als Formen eines regelmässigen Rückschlags gedeutet werden können.

In die Kategorie der Vererbung gehören auch die speciellen Erscheinungen der Entwickelungsgeschichte. Schon vor mehreren Jahrzehnten hat sich die Beobachtung aufgedrängt, dass die Entwickelungsstadien der heute lebenden höheren Formen der Hauptstämme des Thierreiches nicht nur gewisse stationäre Eigenthümkeiten der niederen lebenden Formen derselben Stämme repräsentiren und vorübergehend zeigen, sondern dass auch die historische (geologische) Entwicklung oder Aufeinanderfolge der grossen typischen Abtheilungen einen Parallelismus mit der individuellen Entwickelung der heutigen Organismen darbietet. Man hat dies nun in dem Satze zusammengefasst, dass die Entwickelung des Individuums eine zusammengedrängte Recapitulation der historischen Entwickelung der Art sei. Rütimeyer's Untersuchungen über die Geschichte des Pferdes und Rindes, Fr. Müller's Beobachtungen und Entdeckungen über Entwicklung der Krebse u. a. geben dafür schlagende Belege. In sehr vielen Fällen der individuellen Entwickelung finden wir jedoch jenen Hinweis auf Urzeit und Vorfahren nicht mehr. Wir erklären jene vollständigere Recapitulation mit der ununterbrochenen progressiven Vererbung in Verbindung mit der Vererbungserscheinung, dass bestimmte Eigenschaften der Eltern auch in bestimmter Reihenfolge an den Nachkommen sichtbar werden. Die abgekürzte Entwicklung dagegen ist auf ein anfänglich schwankendes Latentwerden und den späteren gänzlichen Verlust ursprünglicher elterlicher Eigenschaften zurückzuführen.

Jeder Organismus hat zu jeder Zeit seines Lebens, und besonders so lange er fortpflanzungsunfähig ist, die Kraft, zu den er-

erbten Eigenschaften durch Anpassung neue hinzu zu erwerben, und dies geschieht um so sicherer, je gehäufter die an sich vielleicht ganz unbedeutenden Veränderungen der Existenzbedingungen sind. Dass veränderte Nahrung, neuer Boden, fremdes Klima die Organismen „umändern", ist eine allgemeine Erfahrung. In der Umänderung selbst, der anfänglich sehr losen und leichten, liegt der Keim des nothwendigen Bestrebens, dass die mit neuen Eigenschaften ausgestatteten Individuen und Generationen sich von den stabil gebliebenen örtlich, geographisch isoliren, wie denn auch die unfreiwillige Isolirung je nach Umständen auf die Stabilität der organischen Formen oder auf einen eigenartigen neuen Entwickelungsgang von dem entschiedensten Einfluss ist. Die veränderten äusseren Bedingungen rufen im Innern des Organismus Reactionen hervor, die sich in Angewöhnungen, in dem vermehrten oder verminderten Gebrauch bestimmter Organe kundgeben, in jenem Falle zur Vervollkommnung derselben, im anderen zum Schwach- und Abortivwerden führen, in allen aber in ihren Resultaten aus den Verhältnissen der Ernährung physiologisch erklärt werden können.

Eine besondere Art der Anpassung erscheint also als Rückbildung, wobei Organe, welche in früheren Lebensaltern vorhanden waren und functionirten, entweder ganz schwinden oder wenigstens verkümmern. Wir sehen diese Vorgänge vorzugsweise bei Thieren, welche aus einer freien, schwärmenden Lebensweise in eine sitzende übergehen. Am weitesten erstreckt sich die Rückbildung im Parasitismus, welcher nur durch die Anpassung einst frei lebender Urformen und die daraus folgenden vereinfachten Ernährungsverhältnisse begriffen wird.

Unter Umständen können verschiedene Organismen oder Organe verschiedener Thiere unter dem dauernden Einfluss der gleichen Lebensverhältnisse einander in Form und Bau sich so nähern, dass die ursprüngliche Verschiedenheit mehr oder weniger verwischt und gleichartiges ohne gleiche Abstammung erzeugt wird. Auch der Fall gehört hierher, dass gleiche oder gleich beanlagte Organismen geographisch getrennt unter ähnlichen oder gleichen Bedingungen sich ähnlich oder gleich umwandeln in parallelen Reihen. Beispiele: Wiederholte Entstehung des Strickleiter-Nervensystems; Sinnesorgane; Bohrhaare am Schmetterlingsrüssel; Gruppen und Organe bei Spongien; Vögel? amerikanische und europäische Einhufer? Auf dieses noch dunkle Gebiet der Wiederholungsbildungen und der Convergenz oder Anähnelung hat sich die Aufmerksam-

keit der Forscher erst in neuester Zeit gerichtet. Es wird damit eine noch nicht übersehbare Umgestaltung der Systematik eingeleitet.

Fasst man die Consequenzen der Vererbungs- und Anpassungsfähigkeit zusammen, so bestehen sie in erster Reihe in der Differenzirung der Organismen. Die Beobachtung, dass die geologisch älteren Formen einen morphologisch allgemeineren Charakter besitzen, gehört schon der älteren Naturforschung an. Die natürliche Zuchtwahl giebt aber den Schlüssel für die Nothwendigkeit und Erspriesslichkeit dieses Auseinandergehens.

Eine weitere Folge ist die Vervollkommnung. „Die organischen Wesen haben keine eingeborne oder nothwendige Neigung zu einem Fortschritt in der Stufenleiter der Organisation. Wir sind fast gezwungen, die Specialisation oder Differenzirung von Theilen oder Organen für verschiedene Functionen als den besten oder selbst einzigen Massstab des Fortschritts zu betrachten; denn durch eine derartige Arbeitstheilung wird jede körperliche und geistige Function besser ausgeführt; und da die natürliche Zuchtwahl ausschliesslich durch die Erhaltung vortheilhafter Modificationen des Baues wirkt, und da die Lebensbedingungen auf jedem Gebiet allgemein in Folge der zunehmenden Anzahl verschiedener dasselbe bewohnender Formen und in Folge davon, dass die meisten dieser Formen eine mehr und mehr vollendete Structur erhalten, immer und immer complicirter werden, so können wir ruhig annehmen, dass im Ganzen die Organisation fortschreitet". (Darwin).

In jedem Organismus haben wir sonach zwei Reihen von Merkmalen und Eigenschaften zu untersuchen, von welchen die eine ererbt, die andere durch Anpassung erworben ist. So weit, als die verschiedenen Zeugungskreise, welche oben als Arten bezeichnet wurden, gemeinschaftliches Erbtheil besitzen, spricht man von homologen Theilen, wogegen durch die Anpassung verschieden gebauter Arten an gleiche oder ähnliche Lebensverhältnisse analoge Organe entstehen. Die Convergenz führt zu Scheinhomologien. Die vergleichende Anatomie hat sich immer mit der Aufsuchung und Zusammenstellung der Homologien beschäftigt und, wie oben gezeigt, das „natürliche System" auf Grund der grösseren oder geringeren Homologien aufzubauen versucht. Sie tritt mit der Descendenztheorie aus dem Stadium des blossen Bienenfleisses heraus und operirt mit Bewusstsein, indem sie die Theo-

rie als eine Leuchte gebraucht, ihre Brauchbarkeit aber und Wahrheit zugleich Schritt vor Schritt prüft.

Das natürliche System.

Allen Systemen hat das Bestreben zu Grunde gelegen, die wahre Zusammengehörigkeit der Organismen nach Rang und Reihenfolge übersichtlich zu machen. Eine der Natur entsprechende Basis wurde aber erst durch Cuvier und Bär gewonnen, welche vier in den Grundzügen der Organisation und der Entwicklung von einander abweichende Typen aufstellen. In der Anerkennung solcher verschiedener Typen (Stämme, *branches, embranchements*) sind alle Naturforscher der Gegenwart einig, weiter geht aber die Uebereinstimmung nicht. Schon über die Anzahl derselben bestehen starke Controversen. Uns allen ist ferner die Eintheilung dieser Typen in Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten (resp. Unterklassen u. s. w.) geläufig. Ein näherer Versuch jedoch, den Werth dieser Kategorien nach fassbaren, allgemein überzeugenden und gültigen Grundsätzen zu bestimmen, zeigt, dass sie durchaus willkürlicher und subjectiver Art sind.

Nur die Typen oder Phylen sind reale Einheiten; jede umfasst diejenigen Organismen, welche auf eine gemeinschaftliche einfachste Stammform zurückgeführt werden können, von welcher sie sich divergirend als Blutsverwandte nach und nach entwickelt und abgezweigt haben. Die weitere Zurückführung jener einfachen Stammformen auf einander und auf einen einzigen Urorganismus und die Möglichkeit der Entstehung desselben aus der unorganischen Materie ist der Gegenstand weiterer Forschung und Combination. Monophyletischer-polyphyletischer Stammbaum.

Wie es nun zwischen dem Abschnitt des Stammes, von wo er sich zu verästeln beginnt, und seinen äussersten Zweigelchen die verschiedenartigsten, in Länge, Stärke, Zahl der Unteräste und Zweige aus einander gehenden Verästelungen giebt, deren Abtheilungen nur ganz im Allgemeinen je nach ihrer Entfernung vom Stamm mit einander verglichen werden können, ohne dass sie nach Inhalt und Zahl der Achseln congruent sind: ebenso verhält es sich mit den Unterabtheilungen der Phylen. Was die Systematik Klassen, Ordnungen u. s. f. nennt, sind nichts als relative Einheiten, welche den geringeren oder grösseren Abstand, den Grad der Divergenz von der Stammform ausdrücken. Keine dieser Kategorien, von den Varietäten als den beginnenden oder werden-

den Arten an bis zu den Klassen hat absolute Geltung; je weiter man in die Vorwelt hinabsteigt, je frühere embryonale Zustände man vergleicht, eine je vollständigere Reihe der lebenden Organismen neben einander gestellt werden kann, um so näher, bis zum Zusammenfallen, rücken sich jene Begriffe. Im Sinne der Descendenztheorie ist das natürliche System nichts als der natürliche Stammbaum. Die Typen sind die Stämme, innerhalb welcher, wie oben bemerkt, die Homologien aufzusuchen sind, und die umfassendste morphologische Forschung die bei den Spaltungen stattgehabten Vererbungen, sowie den jedesmaligen neuen Erwerb festzustellen hat. Das System ist daher die Quintessenz der Morphologie, die kürzeste Wiedergabe des Resultats derselben.

Die Annäherung an dieses Ziel, das Gelingen der Synthese im Gegensatz zu der nach Cuvier'scher Methode getriebenen Analyse, ist eine Frage der Zeit.

Einige allgemeine literarische Hülfsmittel.

O. Schmidt, Die Entwicklung der vergleich. Anatomie. Jena, 1855.
V. Carus, Geschichte der Zoologie. München, 1872.
E. Häckel, Generelle Morphologie der Organismen. Berlin, 1866.
Gegenbaur, Grundzüge der vergl. Anatomie. II. Aufl. Leipzig, 1870. Grundriss. 1874.
V. Carus u. Gerstäcker, Handb. d. Zoologie. Leipzig, 1868. 1875.
Claus, Grundzüge der Zoologie. IV. Aufl. 1880.
Bronn, Klassen und Ordnungen des Thierreichs, in Wort und Bild. Fortsetzungen von Keferstein, Gerstäcker, Grenacher, Selenka, Giebel, Hoffmann, Bütschli. 1860 ff.
V. Carus, *Icones zootomicae.* I. Abtheilung: Wirbellose Thiere. Leipzig, 1857.
Leydig, Tafeln zur vergl. Anatomie. Tübingen 1864 ff.
Balfour, Handb. d. vergl. Embryologie. Jena, 1880 u. 1881.
Moysisovitsch, Leitfaden bei zoologisch-zootomischen Präparirübungen. Leipzig, 1879.

Die wichtigsten Zeitschriften sind:

Archiv für Naturgeschichte. Berlin.
Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Leipzig.
Morphologisches Jahrbuch. Leipzig.
Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften. Jena.
Archiv für mikroskopische Anatomie. Bonn.
Annales des sciences naturelles. Zoologie. Paris.
Archives de Zoologie expérimentale. Paris.
Annals and Magazin of natural history. London.