© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

# Bericht des Gesamtvereines

## über seine Tätigkeit im Jahre 1909.

Zusammengestellt vom redigierenden Sekretär des Vereines

Prof. Dr. K. Fritsch.

---

### 1. Versammlung am 16. Jänner 1909.

Herr Professor Dr. Oskar Zoth hielt einen Vortrag:

**Über die Anpassung der Verdauungsorgane und die Macht des Appetites.**

(Ergebnisse der Arbeiten von I. P. Pawlow.)

Der Vortragende erörterte zunächst die Methodik der von Pawlow und seinen zahlreichen Mitarbeitern im Laufe der letzten fünfundzwanzig Jahre an Hunden ausgeführten Versuche und demonstrierte an Tafeln und Lichtbildern kurz die angewendeten Operationsverfahren. Er besprach sodann die nützliche und genaue Anpassung der verschiedenartigen Absonderungen des Verdauungsapparates, des Speichels, des Magen-, Pankreas- und Darmsaftes und der Galle an die verschiedenen Nahrungsstoffe in Bezug auf Menge, Absonderungsdauer und Zusammensetzung unter Beihilfe von Kurventafeln. Im besonderen wurde auf das psychische Moment bei der Absonderung (Scheinfütterung, Necken) und die komplizierten nervösen Mechanismen verwiesen, welche diesen Einrichtungen zugrundeliegen. Anschließend wurden die bisher an Menschen gewonnenen Erfahrungen, Fälle von Cade und Latarjet, Röder und Sommerfeld und besonders die Scheinfütterungsversuche an dem von Frl. Katznelson beschriebenen Falle besprochen, deren Ergebnisse mit den Erfahrungen von Pawlow an Hunden gut übereinstimmen. Schließlich wies der Vortragende an der Hand einer Reihe von Beispielen auf die Übereinstimmung der neu gewonnenen physiologischen Ergebnisse mit den Lehren des Instinktes und der Erfahrung am Menschen

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


hin, so namentlich in Bezug auf verbreitete Gebräuche beim Mittagmahle, die Berücksichtigung des Appetites bei der Ernährung des Gesunden und Kranken u. s. w. Die vorgebrachten Tatsachen sind neue Beweise für die Anpassungsfähigkeit des Organismus, für die durchgreifende Beherrschung auch der Verdauungsvorgänge durch das Nützlichkeitsprinzip und endlich für die innigen Wechselwirkungen zwischen psychischem und somatischem Geschehen.

## 2. Versammlung am 30. Jänner 1909.

Herr Professor Dr. Roland Scholl besprach:

### Das chemische Experiment.

Nachdem der Vortragende mit einleitenden Worten auf die große Bedeutung des Experiments für die Entwicklung der Wissenschaften im allgemeinen, der Chemie im besonderen hingewiesen, entwickelte er im theoretischen Teil unter Hinweis auf die verschiedenen Grundlagen der rationellen und empirischen Wissenschaften und auf die Aufgabe der induktiven Forschung den Begriff des Experiments. In Anlehnung an die allgemeinen Merkmale physikalischer und chemischer Vorgänge und unter Vorführung entsprechender Versuche definierte er „Das chemische Experiment“ als jenes Verfahren des Naturforschers, bei welchem derselbe nach einem bestimmten Plane Stoffe und Kräfte auf einander wirken läßt, um aus den sich dabei abspielenden chemischen Prozessen tiefere wissenschaftliche Erkenntnis zu schöpfen, als er durch unmittelbare Beobachtung der Natur zu gewinnen vermöchte.

Der experimentelle Teil des Vortrages beschäftigte sich zunächst mit der Anordnung des chemischen Experiments, der Wahl der Stoffe und Kräfte und der verschiedenen Art ihrer gegenseitigen Einwirkung; weiter mit der Ausführung und schließlich mit der Beobachtung des Experiments sowohl hinsichtlich der rein sinnlichen Wahrnehmung als auch der unbefangenen, vorurteilslosen Deutung der Erscheinungen.

Den Schluß bildeten Betrachtungen über die Bedeutung der durch Experimente gewonnenen Erfahrung für die wissenschaftliche Erkenntnis und über die Strenggiltigkeit des Eigen-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



schaftsgesetzes als Voraussetzung für jede Art der naturwissenschaftlichen Forschung.

### 3. Versammlung am 13. Februar 1909.

Herr Professor Dr. Rudolf Scharfetter aus Villach sprach über:

**Eine pflanzengeographische Exkursion in die Schweiz und an die oberitalienischen Seen.**

In Verbindung mit dem IX. internationalen Kongreß für Geographie in Genf (27. Juli bis 6. August 1908) veranstalteten der durch sein „Pflanzenleben der Alpen" in weiten Kreisen bekannte Professor der Botanik am Polytechnikum in Zürich Dr. Karl Schröter und Herr Dr. E. Rübel in Zürich eine pflanzengeographische Exkursion, welche die Teilnehmer von den nördlichen Kalkalpen der Schweiz über die Zentralalpen zu den sonnigen Abhängen des Südens führte. In kürzester Zeit (12. Juli bis 24. Juli) wurden die mannigfachen Formationen der Täler wie der Hochgebirge dank der ausgezeichneten wohl durchdachten Führung studiert. Einsiedeln (Pilatus, Berninhospiz und Umgebung), Varenna am Comosee und San Salvatore am Luganersee, endlich die Borromäischen Inseln mögen als die Hauptstützpunkte der Exkursion hervorgehoben werden. In der Tat, dem geologischen Querprofil stellte sich ein „botanischer Querschnitt durch die Alpen" an die Seite.

Im Vortrage wurde zunächst ausgeführt, daß die Verteilung der Pflanzen von drei Ursachen bestimmt wird: dem Klima, der Bodenunterlage und der Geschichte der Pflanzenwelt. Ferner wurden die verschiedenen Methoden der pflanzengeographischen Kartographie an der Hand von Beispielen kurz erörtert. Hierauf versuchte der Vortragende, die in der Einleitung ausgeführten Sätze bei der Schilderung der durchwanderten Gebiete anzuwenden. So wurde bei Besprechung des Hochmoores von Einsiedeln die Bedeutung desselben für die Geschichte der Pflanzenwelt besonders hervorgehoben und der Glazialrelikte (z. B. Juncus stygius, Betula nana u. s. w.) gedacht. Der Pilatus wurde als Beispiel der Bodenunterlage (Kalk) und des Klimas (Lage, Höhe) für die Verteilung der

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Pflanzen angenommen und auf die Verschiedenheiten gegenüber dem Urgebirge (Bernina) und der Kalkflora des Südens (insubrisches Seengebiet) hingewiesen. Der Einfluß des Föhns konnte bei Besprechung des Weinbaues in der Umgebung von Zürich aufgezeigt werden. Die Besteigung des Pilatus bot aber auch Gelegenheit, die Änderung der Flora und der Formationen mit zunehmender Höhe zu verfolgen, während der Aufstieg zur Diavollezahütte und dem Monteratschgletscher von Berninahospiz aus mit den kühnen Pionieren der Pflanzenwelt bekannt machte, die bis zum Beginn des ewigen Eises vordringen, auf dem Moränenschutte und auf einer Felsinsel inmitten des Gletscherstromes noch mit Erfolg den Kampf ums Dasein aufnehmen. Von hier gings mit rascher Fahrt hinein in die Formation der Kastanie und des Eichenbuschwaldes, die blütenreichen Formationen der Felsenheide zwischen den Kulturen der Rebe, des Maulbeerbaumes und des Maises, bis hinab zu den großartigen Gärten der borromäischen Inseln, welche die Pracht der mediterranen und subtropischen Vegetation ahnen lassen.

Von dieser schönen und lehrreichen Wanderfahrt berichtete der Vortragende unter Vorführung zahlreicher, zum Teil farbiger Bilder, die durch das liebenswürdige Entgegenkommen des Herrn Prof. Dr. Schröter aus dem botanischen Institut des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich entlehnt werden konnten.

## 4. Versammlung am 27. Februar 1909.

Herr Professor Dr. Franz Wagner von Kremstal sprach über eine alte Streitfrage:

### War zuerst die Henne oder das Ei?

Die Frage, ob zuerst die Henne da war oder das Ei, ist keine Scherzfrage, sondern bedeutet ein ernstes Problem von bereits ehrwürdigem Alter. Schon in den Upanishads des Veda findet sich dasselbe vor. Den prägnantesten Ausdruck gab ihm der große Reformator der indischen Religion, Çankara (geboren etwa 788 n. Chr. G.), der die nachvedischen Religionssysteme der Inder bekämpfte und seine Volksgenossen wieder zu der

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



alten, reinen Lehre der Upanishads zurückzuführen eifrigst bestrebt war. Zu diesem Zwecke entwickelte Çankara ein theologisch-philosophisches System, das noch heute das Glaubensbekenntnis der überwiegenden Mehrzahl aller derjenigen Inder darstellt, die das Bedürfnis in sich fühlen, ihrer Weltanschauung eine philosophische Grundlage zu geben. Darin heißt es: „Das Verhältnis zwischen Same und Pflanze muß entweder einen Anfang haben oder anfanglos sein; beides aber ist unmöglich. Es hat keinen Anfang: denn jede Pflanze setzt immer schon den Samen, jeder Same wiederum die Pflanze voraus. Es kann auch nicht anfanglos sein: denn jede Pflanze, jeder Same ist in der Zeit entstanden, hat also einen Anfang. Oder sollen alle Glieder zeitlich und nur ihr Verhältnis anfanglos sein? Auch das ist unmöglich; denn das Verhältnis ist nur das Band zwischen den Gliedern, setzt also diese schon voraus und ist ohne dieselben nichts."

Was hier indische Weisheit — ins botanische übertragen und allgemein gefaßt — erörtert, ist unser Problem, für die Tierwelt aufgestellt und an einem besonderen Beispiel — die Henne und ihrem Ei — illustriert. Wie vom Haushuhn (Gallus domesticus) können wir selbstredend von jeder Tierart fragen, war zuerst der Keim derselben, also die Keimzelle gegeben oder der fertige, ausgebildete Zustand, das betreffende Tier. Demnach löst sich unsere spezielle Titelfrage in das allgemeine Problem auf, sind die tierischen Arten (Spezies) zuerst im Keim oder im fertigen Zustand ins Leben getreten.

Es leuchtet ohne Weiteres ein, daß die Lösung dieses Problems von der Vorstellung abhängt, die wir von dem Ursprung und der Natur der Spezies hegen. Solange man der mosaischen Schöpfungsmythe huldigte und die Tier- und Pflanzenarten durch einen übernatürlichen Schöpfungsakt so erschaffen sein ließ, wie uns dieselben auch heute noch entgegentreten (Dogma der Artkonstanz), war die Antwort auf unsere Frage einfach und glatt: zuerst war die Henne, d. h. die fertigen Zustände der Spezies, die Hervorbringung von Keimzellen aber eine Mitgabe des Schöpfers, damit die erschaffenen Arten sich selbst zu erhalten vermöchten.

Der Wunderstandpunkt des mosaischen Schöpfungs-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



berichtes hat aber keinen Platz in der Wissenschaft, die uns die Natur und ihre Erscheinungen verstehen lehren will; diese „Lösung“ ist also keine Antwort, denn sie setzt das Wunder an die Stelle einer Erklärung. Anders liegen die Dinge, wenn wir an unsere Frage mit dem hellen Lichte der durch Darwin begründeten Entwicklungslehre, der Deszendenztheorie, herantreten. Wir wissen heute, daß die organische Formenmannigfaltigkeit auf natürlichem Wege durch Entwicklung (Evolution) entstanden ist, die tierischen und pflanzlichen Arten nacheinander und auseinander hervorgegangen sind. Zwei Erscheinungsreihen kommen dabei in erster Linie, gleichviel, welches die bewirkenden Ursachen der Umbildung sein mögen, in Betracht, die Tatsachen der Abänderung und die Tatsachen der Vererbung. Der Nachweis der Abänderungsfähigkeit der Organismen vermag an und für sich nicht zu genügen, denn neue Formen (Arten) können aus gegebenen alten nur hervorgehen, wenn die auftretenden Abänderungen auch vererbbar sind und tatsächlich vererbt werden.

1. Die Tatsachen der Abänderung. Überall, wo man daraufhin das Verhalten der Tiere geprüft hat, hat sich herausgestellt, daß kein Individuum einer Art mit irgend einem anderen derselben Art sozusagen identisch gleich ist, sondern alle Individuen desselben Formenkreises in mehr oder weniger geringfügigen Merkmalen voneinander verschieden sind. Darauf beruht beispielsweise die Fähigkeit eines guten Hirten, jedes Individuum der seiner Obhut anvertrauten Herde für sich und unter allen anderen sicher zu erkennen. Diese allgemeine Veränderlichkeit der Organismen resultiert aus zwei verschiedenen Quellgebieten, nämlich der individuellen und der personellen Variation.

Bei der individuellen Variation handelt es sich um jene unendliche Fülle von Abänderungen, die von Generation zu Generation innerhalb der Angehörigen einer Spezies zutage treten und von vornherein die zu fertigen Formen sich entwickelnden jungen Individuen untereinander verschieden gestalten. Diese bald kleineren, bald größeren Unterschiede werden demnach in der Keimesentwicklung zur Ausbildung gebracht, müssen also in letzter Linie durch die Natur der

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Keimzellen selbst ursächlich bedingt sein, es sind Keimcharaktere, die bei normalem Ablauf der embryonalen Entwicklung spontan auftreten. Was sich in diesem allgemeinen Verhalten ausprägt, ist die seit Darwins Lehre von der natürlichen Zuchtwahl in den Vordergrund unseres Interesses gerückte Tatsache der Variabilität der Organismen.

Daß sie nicht vom Keime her bestimmt sind, sondern während des persönlichen Lebens durch verschiedenartige Umstände von ihren Trägern selbständig erworben werden, kennzeichnet die personelle Variation. Hier haben wir es daher mit Abänderungen zu tun, die im Gegensatze zu den Keimcharakteren sich als Erwerbscharaktere darstellen, die, während jene kraft der Variabilität des Keimplasmas im normalen Geschehen sich einstellen müssen, durch gewisse Umstände hervorgerufen werden können. Die personellen Variationen kommen in der Regel an den fertigen Formen, doch auch an Jugendzuständen, sofern dieselben ein freies Leben führen (Larven), zur Ausbildung und entspringen, von Verletzungen, Verstümmelungen und Krankheiten als pathologischen Phänomenen abgesehen, einerseits dem Gebrauch, bezw. Nichtgebrauch von Organen, andererseits den Einflüssen der Umwelt. Es ist eine bekannte Erfahrung, daß die Betätigung eines Organes dieses nicht nur kräftigt, sondern auch qualitativ vervollkommt, während die Außerbetriebsetzung oder mangelhafter Gebrauch das gerade Gegenteil bewirkt. Als Erscheinung der „funktionellen Anpassung“ hat bekanntlich Roux diese Tatsachen eingehend studiert und an den Bau der Knochenspongiosa der Röhrenknochen in mustergiltiger Weise diskutiert. Einflüsse der Außenwelt vermögen ebenfalls modifizierend auf die Organismen einzuwirken, wie zahlreiche Erfahrungen lehren: Temperatur, Feuchtigkeit, Bodenbeschaffenheit, Besonnung usw. stellen ebensoviele Agentien vor, die in ihren mannigfaltigen graduellen Abstufungen, Wandlungen und Verbindungen zur Entstehung personeller Varianten Anlaß geben können.

Sehen wir nun, wie sich die beiden Abänderungsreihen, die individuelle (Keimcharaktere) und die personelle Variation (Erwerbscharaktere) in bezug auf ihre Erblichkeit verhalten.

2. Die Tatsachen der Vererbung. Die umfassenden

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Forschungen der letzten zwanzig Jahre auf dem Gebiete der Zellen- und Befruchtungslehre haben zu dem grundlegenden Ergebnis geführt, daß die Vererbung — die Wiedererzeugung der Organisation des Elters im Kinde — auf dem Bau des Keimplasmas der Keimzellen (männlichen wie weiblichen) beruht und in dem sog. Chromatin dieser Elemente ihre materielle Grundlage besitzt: Die Substanz der Keimzellen (Chromosomen) ist die Vererbungssubstanz derselben. Daraus folgt, daß in der befruchteten entwicklungsreifen Eizelle bereits alle Eigenschaften und Merkmale des künftigen Organismus festgelegt, d. h. ursächlich bestimmt sind, und ferner, daß es keine Vererbung geben kann als diejenige durch das Chromatin der Keimzellen. Wenden wir diese Einsicht auf die Tatsachen der organischen Variation an, so leuchtet ohne weitläufige Erörterung ein, daß die Vererbbarkeit der individuellen Variationen außer Frage steht, denn diese Abänderungen sind ja nur ein Reflex der Variabilität der Keimsubstanz selbst, in der sie wurzeln. Eine völlig andere Sachlage dagegen bieten die personellen Variationen. Hier begegnen wir zunächst einer theoretischen Schwierigkeit, die darin besteht, daß wir außerstande sind, uns vorzustellen, wie eine im persönlichen Leben erworbene Abänderung die Keimzellen ihres Trägers beeinflussen und dazu so beeinflussen können, daß die betreffende Abänderung des Elters entsprechend auf das Kind erblich übertragen werde. Gewiß unterliegt es keinem Zweifel, daß auch das Keimplasma durch Faktoren der Umwelt modifiziert werden kann, zahlreiche Experimente, insbesondere an Schmetterlingen, haben dies erwiesen, zugleich aber auch gezeigt, daß es in jeder neuen Generation immer wieder derselben Beeinflußung bedarf, um das gleiche Resultat zu erhalten, sofern jene Einflußnahme nicht eine stetig dauernde ist. Immer aber handelt es sich in all' diesen Fällen um eine direkte Beeinflußung des Keimplasmas, die freilich bei beständiger Einwirkung eine Abänderung in der Organisation der betroffenen Vererbungssubstanz, natürlich innerhalb bestimmter, durch die Natur dieser Substanz gesetzter Grenzen, nach sich ziehen kann, die dann selbstredend eine erbliche ist. Das ist aber etwas ganz anderes als die für

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



die Vererbbarkeit personeller Variationen erforderliche mittelbare Übertragung somatischer Modifikationen auf das Keimplasma ihrer Träger, und ohne diese bleibt die Erblichkeit erworbener Eigenschaften unverständlich und hinfällig. Aber auch die gemeine Erfahrung liefert uns keinen einzigen, völlig einwandfreien und zugleich nicht anders deutbaren Fall einer Vererbung erworbener Eigenschaften und ebenso spricht das Experiment nicht für, sondern gegen eine solche Erblichkeit. Auch darf die Erwägung nicht außeracht gelassen werden, daß ein Prinzip von so elementarer Bedeutung, wie es die Vererbung personeller Eigenschaften wäre, bei der überall zum Ausdrucke kommenden Ökonomie der Natur allgemein und offenkundig wirksam nachweisbar sein müßte, und dieses Argument erhält dadurch erhöhtes Gewicht, daß in der Organismenwelt Beispiele vorliegen, die unmittelbar gegen das Lamarck'sche und auch von Darwin angenommene Prinzip jener Erblichkeit Zeugnis ablegen. Hierher gehören die Kreuzschnäbel (Loxia), deren in der Bezeichnung gekennzeichnete Eigenart der Schnabelbildung in jeder Generation aufs neue erworben werden muß, und ferner die Seitenschwimmer (Pleuronectes), zu welchen die bekannten Tafelfische Flunder, Scholle, Steinbutt (Turbot), Seezunge u. s. w. zählen und die dadurch ausgezeichnet sind, daß sie sich im Jugendalter umlegen und zwar entweder auf die rechte oder die linke Seite, die dann zur physiologischen Bauchseite, die entsprechende Gegenseite zur physiologischen Rückenseite wird. Mit dieser Umlegung geht Hand in Hand eine Wanderung des der neuen (physiologischen) Bauchseite zugehörigen Auges auf die Gegenseite, wodurch beide Augen schließlich auf dieselbe Körperfläche (physiologische Rückenseite) gelagert erscheinen, eine Asymmetrie, die natürlich auch sonstige korrelative Abänderungen von der primären Organisation bedingt. Auch diese Tiere, die geologisch-historisch zudem recht alten Ursprungs sind, müssen diese charakteristischen Eigentümlichkeiten in jeder Generation neu erwerben. Ganz besonders beweiskräftig ist aber, wie Weismann in seiner scharfsinnigen Kritik dieses Gegenstandes dargetan hat, das Beispiel der Ameisen-Neutra. Bekanntlich hat sich bei den Ameisen im Zusammenhang mit dem Staats-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



leben dieser Insekten ein Polymorphismus der Individuen ausgebildet, der darin besteht, daß außer den beiden in ihrer Organisation erheblich voneinander abweichenden Geschlechtstieren (Männchen und Weibchen, sog. Königinnen) noch geschlechtlich mehr oder weniger indifferente Individuen auftreten, die man eben deshalb als Neutra bezeichnet, es sind die sog. Arbeiter, innerhalb welcher übrigens bei manchen Arten noch weitere Differenzierungen platzgegriffen haben, sodaß man Arbeiter i. e. S. und Soldaten unterscheidet. Es hat sich nun herausgestellt, daß die Neutra der Ameisen durch Merkmale von den Geschlechtstieren differieren, die teils progressiver, teils regressiver Natur sind; zu den ersteren zählen die mächtige Entfaltung des Gehirns und die starke Ausbildung der Kiefer sowie deren Muskulatur, durch welche Umstände eine ungewöhnliche Größe des Kopfes gegenüber dem Thorax (Brust) bedingt erscheint; die letzteren sind in dem zumeist wenigstens zu konstatierenden Fehlen der Ocellen, der Reduktion der Facettenzahl in den Facettenaugen, dem Wegfall der Flügel und im Zusammenhang damit der dieser dienenden Muskulatur, vor allem aber in der Rückbildung des (weiblichen) Geschlechtsapparates und der Unterdrückung der Fortpflanzungs-Instinkte gegeben. Man kann nicht darum herumkommen, daß die Entwicklung all dieser Besonderheiten mit der stufenweise fortschreitenden Sterilität dieser Individuen in ursächlichem Zusammenhang steht, diese Besonderheiten mithin von Individuen erworben worden sind, die infolge ihrer organisationsgemäß bedingten Unfruchtbarkeit gar nicht imstande waren, die erworbenen Eigentümlichkeiten zu vererben. Hier erscheint daher die Vererbung erworbener Eigenschaften durchaus ausgeschlossen, und man käme, wollte man trotz alledem an diesem Prinzip festhalten, zu der unlösbaren, weil widersinnigen Frage: „Wie ist die Unfruchtbarkeit selbst als erbliche Einrichtung entstanden?!“ Wohl ist es richtig, daß die Arbeiter einiger Ameisenarten (Formica, Atta) ab und zu parthenogenetische Eier zu produzieren fähig sind; aus diesen entstehen aber Männchen und damit kann die allgemeine Verbreitung der Arbeiter-Charaktere keinesfalls verständlich gemacht werden, zumal es Ameisen gibt, die völlig unfruchtbar

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



sind (Solenopsis fugax), so daß hier auch diese letzte Möglichkeit hinfällig ist. Das ganze Beispiel lehrt unzweideutig, daß in einem Falle, der gerade für die Vererbung erworbener Merkmale in jeder Hinsicht die besten Aussichten zu bieten schien, diese Art erblicher Übertragung neuer Charaktere gewiß nicht im Spiele gewesen sein kann.

Wenden wir die gewonnenen Erfahrungen auf dem Gebiete der Abänderungs- und Vererbungstatsachen auf das uns hier beschäftigende Problem an, so kann es wohl keinen Augenblick zweifelhaft sein, daß, da nur Keimescharaktere fraglos vererbungsfähig sind, jedes neue Merkmal zuerst im Keimplasma determiniert sein muß, dies also das Primäre ist, während das Sichtbarwerden der Abänderung in der fertigen Form eine Folgeerscheinung darstellt, die nicht nur schlechthin eine zeitliche Sukzession bedeutet, sondern als Wirkung der vorangegangenen Ursache sich mit Notwendigkeit einstellt. Die Entstehung neuer Formen (Arten) aus vorhandenen alten beruht nun bekanntlich auf den Abänderungen der Organismen in den aufeinanderfolgenden Generationen; dabei kann es sich selbstverständlicher Weise nur um erbliche Abänderungen, also Keimcharaktere, handeln. Somit muß bei der Hervorbildung einer neuen Spezies das, was uns dieselbe im fertigen, entwickelten Zustand eben als neue Art kennzeichnet, durch Keimesvariationen vorbereitet worden sein, d. h. aber nichts anderes als: die neue Art — das ist der sie als solche charakterisierende Eigenschaftenkomplex — muß zuerst im Keim gegeben sein; durch die Entwicklung des Keimes zum ausgebildeten Tier wird dann die neue Art für uns als solche erst sichtbar.

Dieses allgemeine Ergebnis unserer Betrachtungen gibt uns ohne Weiteres eine klare Antwort auf unsere Titelfrage, die nur eine sein kann:

Zuerst war das Ei und dann erst die Henne.

## 5. Versammlung am 13. März 1909.

Herr Prof. F. Emich hielt einen Vortrag:

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



## Über das Auerlicht.[1]

Chemische Vorgänge sind im allgemeinen öfter von Lichtentwicklung begleitet, als man bis vor kurzem angenommen hat. Eine Reihe solcher („Chemiluminescenz"-) Phänomene hat Trautz (Freiburg i. B.) beschrieben. Wir erwähnen die Einwirkung von Bromwasser auf eine Mischung von Amarin und alkoholischer Lauge* oder die von Wasserstoffsuperoxyd auf eine wässerige Lösung von Pyrogallol, Kaliumkarbonat und Formalin.* Für die Beleuchtungstechnik hat diese Art von Vorgängen, welche bei gewöhnlicher oder wenig erhöhter Temperatur verlaufen, keine Bedeutung; es kommen hiefür nur Vorgänge in Betracht, welche sich bei hoher Temperatur abspielen.

Betrachtet man die verschiedenen Aggragatzustände in bezug auf die Fähigkeit, Licht auszustrahlen, so zeigt sich, daß dieselbe sowohl den Gasen wie auch den Flüssigkeiten und festen Stoffen zukommt. Den Gasen allerdings vorzugsweise dann, wenn sie zugleich auch noch anderen chemischen oder physikalischen Veränderungen unterworfen werden, wofür etwa die (Quecksilberdampf-) Uviollampe* und die Verbrennung eines Gemisches von Stickoxyd und Schwefelkohlenstoff* Beispiele abgeben. Es sind aber auch Fälle bekannt, in welchen die Lichtentwicklung trotz sehr hoher Temperatur gering ist oder gar nicht vorhanden, wie z. B. die von Stas aufgefundene Tatsache beweist, daß reinster Wasserstoff in staubfreier Luft eine unsichtbare Flamme liefert.

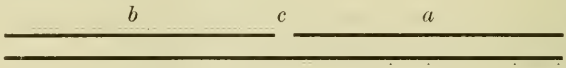



Fig. 1. (Durchschnitt.)

Die festen und flüssigen Körper bewegen sich kaum innerhalb so weiter Extreme, denn in der Regel findet bei ihnen oberhalb 500° C. Abgabe von sichtbarem Licht statt. Daß freilich auch hier bei wesentlich derselben Temperatur die Helligkeit eine sehr verschiedene sein kann, beweist eine

[1] Hiezu eine Textfigur.

* Bedeutet Vorführung des Versuches.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



weißglühende Jridiumröhre.* welche in der Mitte eine kleine Öffnung besitzt und welche zum Teil blank, zum Teil mit einem passenden Überzug[1] versehen ist. Hier leuchtet das reine Metall *a* am wenigsten, das überzogene *b* stärker und die Öffnung *c* am stärksten. Diese stellt annähernd einen sogenannten „schwarzen Körper" dar, d. h. einen solchen, welcher das auffallende Licht absorbiert und welcher zugleich das beste Strahlungsvermögen besitzt.

Die Auerlampe besteht aus zwei Teilen: einem (modifizierten) Bunsenbrenner und dem Glühkörper (Mantel, Strumpf), welcher durch jenen erhitzt wird.

Die Bunsenflamme besitzt in den verschiedenen Teilen bekanntlich eine sehr verschiedene Temperatur; die höchste, auf welche ein hineingehaltener Körper erhitzt werden kann, ist etwa die des schmelzenden Platins (1750° C.), was sich mit Hilfe eines sehr feinen Drahtes (0·025 *mm*) leicht zeigen läßt.* Will man die Temperaturentwicklung genauer kennen lernen, so kann man die Flamme mittels eines Le Chatelier'schen Thermoelements sondieren.* Hiebei erweist sich der Rand als der heißeste Teil, hier wird also der Strumpf anzubringen sein. Wie wichtig die Erhitzung eines Glühkörpers auf eine möglichst hohe Temperatur ist, geht aus dem Umstand hervor, daß in dem Gebiete, welches hier in Betracht kommt, die Helligkeit etwa proportional der 14. Potenz der absoluten Temperatur ansteigt.

Die Auffindung eines geeigneten Verfahrens zur Herstellung eines entsprechend zusammengesetzten Glühkörpers ist das unsterbliche Verdienst unseres Landsmannes Dr. Auer von Welsbach, welcher seine einschlägigen Untersuchungen etwa Anfang der 80er Jahre im Wiener Universitäts-Laboratorium (Prof. Lieben) begonnen hat. Es ist bemerkenswert, daß eine der allergrößten Erfindungen, welche je in Österreich gemacht worden ist, ihren Ursprung auf jene Stätte zurückzuführen hat, an welcher die Chemie in unserem Vaterlande die hervorragendste Pflege erfährt. Wir können dem berühmten Erfinder auf seinen mühsamen Pfaden nicht im einzelnen

---

[1] Geeignet ist Nernst'sche Glasur, Zirkonoxyd mit etwas Yttriomoxyd.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


folgen, sondern greifen nur heraus, daß er verschiedene „seltene Erden“ und Gemische von solchen fand, welche, im Bunsenbrenner erhitzt, helles Licht ausstrahlen, beispielsweise auch das Lanthanoxyd* (doch zerfallen die daraus hergestellten Strümpfe in kurzer Zeit*); gegenwärtig kommt nur mehr eine Mischung von zirka 99% Thoroxyd mit zirka 1% Ceroxyd in Betracht,* welche Auer im Jahre 1891 erfand. Um daraus Glühkörper herzustellen, werden, beiläufig gesagt, Gewebe aus Baumwolle oder besser Ramiefaser mit Lösungen der gemischten Salze (Nitrate) getränkt und verascht.*[1] Hiebei ändern sich, wie der mikroskopische Befund lehrt,* die morphologischen Verhältnisse nicht sichtlich.

Die interessante Frage, warum der Auerstrumpf so hell leuchtet, hat die Chemiker und Physiker vielfach beschäftigt und es sind im Laufe der Jahre etwa die folgenden drei Theorien aufgestellt worden.

Die erste führt die Lichtentwicklung auf ein Luminescenzphänomen zurück; sie mußte aufgegeben werden, nachdem man gefunden hatte, daß die Auermischung keine derartigen Leuchterscheinungen zeigt, wie sie z. B. am Flußspat beobachtet werden.*

Eine zweite Theorie führt das helle Leuchten auf die Annahme zurück, daß der Strumpf die Verbrennung des Leuchtgasluftgemisches („katalytisch“) beschleunige. Auch diese Vermutung konnte einer genaueren Prüfung kaum standhalten, und zwar aus folgenden Gründen: 1. Der Auerstrumpf ist nicht heißer, sondern kälter als die Bunsenflamme, seine Temperatur beträgt wahrscheinlich etwa 1550° C. 2. Bei dieser Temperatur reagieren explosive Gasgemische bereits mit einer derartigen Geschwindigkeit, daß von einer katalytischen Beschleunigung kein besonderer Effekt mehr zu erwarten ist. Als Beispiel, bis zu welchem Betrage die Geschwindigkeit bei Gasreaktionen ansteigen kann, wird die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Explosionswelle in einem Leuchtgas-Sauerstoff-Gemische mittels eines neuartigen Apparates bestimmt, und zu 2700 *m* pro

[1] Herrn Dr. Karl Baron Auer von Welsbach bin ich für die Überlassung mehrerer mir freundlichst zur Verfügung gestellter Behelfe zu großem Danke verpflichtet. F. Emich.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


Sekunde gefunden.* 3. Der Auerstrumpf leuchtet auch in anderen Flammen, z. B. in der Hochspannungsflamme.*

Eine dritte Theorie nimmt an, daß das Leuchten des Strumpfes wesentlich mit seinen günstigen Strahlungsverhältnissen zusammenhängt. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, sei nur bemerkt, daß Rubens (Berlin) gezeigt hat, welche Strahlung dem reinen Thoroxyd, welche dem Ceroxyd und welche der Auermischung zukommt. Thoroxyd sendet wenig Licht* aus und erhitzt sich eben deshalb sehr bedeutend. Durch die geringe Menge des zugesetzten Ceroxyd gelangt eine genügende Lichtmenge zur Aussendung, eine größere Cerquantität würde wegen des bedeutenden Strahlungsvermögens, die dieser Bestandteil besitzt, die Temperatur zu sehr herabsetzen. Ein Ceroxydstrumpf leuchtet dementsprechend wieder sehr schlecht.* Daß sich der (bei gewöhnlicher Temperatur weiße) Auerstrumpf in der Hitze als guter Strahler, d. h. dem schwarzen Körper ähnlich verhält, kann mittels eines von Rubens[1] angegebenen Versuches sehr schön gezeigt werden.*

## 6. Versammlung am 27. März 1909.

Herr Prof. Dr. Karl Hillebrand sprach über:

### Altindische Astronomie und Sternwarten.[2]

Der erste Anstoß zu astronomischen Forschungen ist wohl bei allen Kulturvölkern teils in dem Bedürfnis nach einer geregelten Zeitrechnung, teils in gewissen religiösen Anschauungen zu suchen. Die Regelmäßigkeit vieler astronomischer Erscheinungen und ihre Übereinstimmung mit Vorgängen, die mit den Tages- und Jahreszeiten in Zusammenhang stehen und von so außerordentlicher Wichtigkeit für das menschliche Leben sind, führen auch den oberflächlichen Beobachter dahin, in diesen Erscheinungen die Grundlagen seiner Zeitmessung zu suchen. Andererseits ist gerade dieser Einfluß gewisser Gestirne, die Unveränderlichkeit des Sternenhimmels, das völlige Entrücktsein von aller menschlicher Willkür, das Geheimnisvolle ihres Daseins überhaupt wohl darnach angetan, in ihnen Verkörperungen

[1] Annalen d. Physik, (4) 20, 597 (1906).

[2] Hiezu acht Textfiguren.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


höherer Wesen oder in den mannigfaltigen Erscheinungen wenigstens Äußerungen eines göttlichen Willens zu sehen. Häufig finden beide Betrachtungsweisen insofern ihre Vereinigung, daß einzelne Zeitpunkte oder Zeitabschnitte jenen göttlichen Wesen zugeordnet sind, deren astronomische Verkörperung dabei eine Rolle spielen, sodaß diese Kombination die Grundlage der religiösen Festrechnung wird.

In derartige den religiösen Kult betreffende Bestimmungen verlieren sich auch die ersten Spuren der indischen Astronomie. Jene Literaturdenkmäler, die unter dem Namen der Vedas bekannt sind und die um das 12. Jahrhundert v. Chr. entstanden sein dürften, geben anläßlich religiöser Vorschriften eine allerdings ganz primitive Chronologie, verbunden mit noch recht unklaren und naiven Darstellungen astronomischer Vorgänge. Das nächste Entwicklungsstadium, das etwa bis zu Beginn unserer Zeitrechnung gezählt werden kann, enthält schon eine eigene Literatur über Astronomie und astronomische Weltanschauung, als dessen Hauptwerk das Sūryaprajnapti bezeichnet werden kann. Man findet darin bereits strengere Definitionen astronomischer Begriffe, sowie den Versuch, sich ein bestimmteres Bild über die Vorgänge am Himmelsgewölbe zu verschaffen.

Man stellte sich die Erde als eine feste, kreisförmige Scheibe vor, in deren Mittelpunkt der Berg Meru steht. Um diesen Berg gruppieren sich konzentrisch die Länder und Ozeane und über dem Ganzen wölbt sich das Brahma-Ei, dessen fünf Schichten wieder gewisse himmlische Räume abgrenzen, in welchen sich die Gestirne, aber in ganz selbständigen Bahnen bewegen. Man betrachtete sie auch als höhere Wesen, deren Bewegung nicht etwa durch eine Sphärenbewegung bedingt war. Bemerkenswert ist die Vorstellung, daß sich die Gestirne und insbesonders auch die Sonne in Bahnen bewegen, die parallel zur Erdscheibe liegen, also beständig in der gleichen Höhe: der tiefere Stand ist nur durch das Zurückweichen nach Norden bewirkt und der Untergang, resp. Aufgang ist das Verschwinden hinter dem nach dem Pol gerichteten Berg Meru, resp. das Wiederauftauchen. Während der indischen Nacht ist es daher Tag für die Bewohner nördlich des Berges Meru.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Der Raum unterhalb der Erdscheibe, der von der anderen Hälfte des Brahma-Eis umschlossen wird, ist die ewig finstere Höllenregion.

Man sieht, daß die Tatsache, die Sonne sei jeden Moment irgendwo sichtbar, bereits richtig erkannt und in sehr merkwürdiger Weise mit der Vorstellung einer scheibenförmigen Erde in Einklang gebracht wurde.

Die nun folgende Entwicklungsperiode, deren Beginn man in das erste Jahrhundert unser Zeitrechnung setzen kann, ist

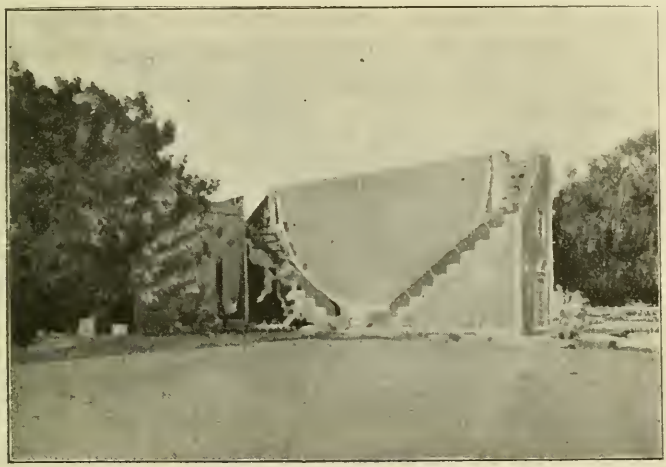


Fig. 1. **Mauerkreis (Jaypoor)**, s. Seite 418.

deshalb von besonderer Bedeutung, weil sie trotz ihres zeitlich so weit abliegenden Ursprungs den gegenwärtigen Stand der indischen Astronomie charakterisiert. Die Astronomie, wie sie heute noch an den altindischen Hochschulen betrieben wird, entspricht durchaus der Entwicklung, die sie innerhalb des ersten Jahrtausendes nach Christi Geburt auf indischem Boden durchgemacht hat und ist vollkommen isoliert von unserer jetzigen astronomischen Wissenschaft.

Diese Periode brachte eine Reihe bedeutender astronomischer Schriften hervor, von denen hier nur die fundamentalsten genannt werden sollen: das Sûrya-Siddhânta, das im ersten oder zweiten Jahrhundert entstanden sein dürfte, das

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Brâhma Sphuṭa-Siddhânta aus dem sechsten und das Siddhânta-Śiromaṇi aus dem elften Jahrhundert.

Charakteristisch für diese Epoche ist der unzweifelhafte Einfluß der griechischen Wissenschaft auf den Entwicklungsgang der indischen Astronomie. Der glänzende Aufschwung, den diese Wissenschaft der alexandrinischen Schule verdankt, an dem sich Namen wie Hipparch und Ptolemaeus knüpften, ein Aufschwung, der für viele folgende Jahrhunderte den Höhepunkt astronomischer Forschung bedeutete, hat auch auf Indiens astronomisches Weltbild seine unverkennbare Spuren hinterlassen und so finden wir denn in dieser Periode eine merkwürdige Vereinigung ursprünglich indischer und übernommener griechischer Anschauungen über kosmische Vorgänge.

Gemäß der griechischen Astronomie bleibt die geozentrische Weltanschauung, d. h. jene Anschauung, vermöge welcher die Erde das ruhende Zentrum des Weltganzen ist, bestehen. Nur wird jetzt die Erde als freischwebende Kugel in der Mitte des Brahma-Eis betrachtet, der Berg Meru ist nun am Nordpol gelegen, dem ein anderer Berg am Südpol entspricht und die Höllenregion liegt im Erdinnern.

Die Fixsterne werden mit einer Sphäre fest verbunden gedacht, die sich gemäß der täglichen scheinbaren Bewegung um die ruhende Erde dreht.

Es ist übrigens bemerkenswert, daß am Ende des 17. Jahrhunderts einer der berühmtesten indischen Astronomen, der Maharaja Jai Singh, der Erbauer der später geschilderten Sternwarten, die Vermutung ausgesprochen hat, die Fixsternsphäre sei unbeweglich und die Erde rotiere, eine Annahme, die aber später wieder verworfen wurde, und zwar aus Gründen, die bei dem gänzlichen Mangel an Kenntnissen mechanischer Gesetze begreiflich sind. (Es wurde beispielsweise eingewendet, daß bei einer Rotation der Erde nach Osten in die Höhe geworfene Gegenstände sofort mit großer Geschwindigkeit nach Westen abweichen müßten u. a. m.)

Merkwürdigerweise scheint Jai Singh auch eine ganz vage Vorstellung von der allgemeinen Gravitation gehabt zu haben.

Bei der in Indien durchwegs adoptierten geozentrischen

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Weltanschauung tritt aber immer eine besondere Schwierigkeit auf: die Erklärung des Laufes der Planeten. So einfach die Bewegung der Planeten — wenigstens in der ersten Annäherung — um die Sonne ist, so kompliziert erscheint sie von einem der Planeten selbst aus. Die einfache elliptische Bewegung Jupiters z. B. erscheint von der Erde aus, die selbst eine derartige Bewegung um die Sonne ausführt, als eine sehr verwickelte Bahnkurve, deren Gesetze durchaus nicht klar zu tage liegen. Die beiden Bewegungen, die mit beständig sich ändernden Geschwindigkeiten und in verschiedenen Ebenen

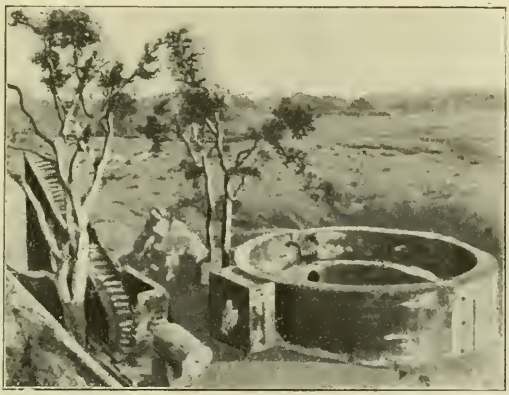


Fig. 2. **Dig-âsa-yantra (Ujjaini)**, s. Seite 418.

vor sich gehen, kombinieren sich in einer sehr wenig übersichtlichen Weise so, daß Jupiter bald vorwärts, bald rückwärts zu gehen scheint, bald nördlich bald südlich einer gewissen mittleren Bahnebene steht. Nimmt man die Erde als ruhendes Zentrum an, so ist dieser höchst verwickelte Lauf des Planeten ein direktes Bild seiner wirklichen Bewegung und es fällt äußerst schwer, irgend welche einfachere Bewegungsgesetze darin erkennen zu können und das umso schwerer, wenn man — wie es bei den alten Astronomen a priori feststand — bei den Gestirnen nur die vollkommenste Bewegung: die gleichförmige Bewegung in einer Kreisbahn zulassen wollte.

Man war genötigt, zur Darstellung des Planetenlaufes

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Kombinationen von derartigen Kreisbewegungen heranzuziehen, die das Wesentliche der sogenannten Epicykel-Theorie bilden. Man nahm an, der Planet bewege sich wohl in einem Kreise, aber nicht direkt um die Erde, sondern der Mittelpunkt dieses Kreises führe erst um die Erde eine Kreisbewegung aus. Durch passende Wahl der Verhältnisse der beiden Kreise und der entsprechenden Umlaufszeiten konnte man im ganzen und großen den geozentrischen Lauf eines Planeten darstellen. Häufig genügte das nicht: man mußte mehr derartige Kreisbewegungen kombinieren und exzentrische Kreise annehmen, um allen bekannten Eigentümlichkeiten des Planetenlaufes zu genügen.

Eine derartige Darstellung, selbst wenn sie rein geometrisch ganz befriedigend ist, kann natürlich nur dann akzeptiert werden, wenn man auf mechanische Grundlagen ganz verzichtet. Ja es scheint eine Stelle im Almagest des Ptolomäus selbst darauf hinzudeuten, daß er diese Epicykelbewegung mehr als Darstellungsbehelf betrachtet wissen will, als ihm bedingungslose Realität zuspricht, da es immerhin möglich sei, wie er bemerkt, daß sie durch eine einfachere und deshalb wahrscheinlichere Hypothese ersetzt werden könne.

Die Epicykel-Theorie wurde nun auch von den indischen Astronomen adoptiert, allerdings mit der bemerkenswerten Variante, daß der Radius des Epicykels Veränderungen unterworfen sei, wodurch gewisse weitere Details der scheinbaren Planetenbewegung erklärt werden können. Diese Änderungen seien Äußerungen des göttlichen Willens, die überhaupt in den astronomischen Anschauungen auch dieser Periode eine große Rolle spielen, sodaß die indischen Astronomen in gewissem Sinne weiter von naturwissenschaftlicher Betrachtung entfernt sind, als die der alexandrinischen Schule. Es möge hier nur ein charakteristisches Beispiel angeführt werden, das sich auf die Mondbewegung bezieht. Da hier tatsächlich die Erde das Zentrum bildet, so fällt zunächst die Notwendigkeit, Epicykel einzuführen weg. Obwohl aber die Bahnellipse nur schwach exzentrisch ist, so sind doch wegen der geringen Entfernung die Ungleichheiten der elliptischen Bewegung auch für weniger präzise Beobachtungen merklich. Gemäß dem Be-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



wegungsgesetze, daß gleichen Zeiträumen gleiche Sektorflächen entsprechen, ist die Bewegung in der Umgebung des Perigäums, der Erdnähe, rascher, als um das Apogäum, der Erdferne. Einer mitteren Bewegung gegenüber wird als erstere beschleunigt, letztere verzögert erscheinen. Denkt man sich in der Mondbahn einen fingierten Mond mit konstanter Geschwindigkeit laufen, so wird der wirkliche vom Perigäum weg diesem vorausgehen; ein weiterer Verlauf wird aber irgendwo die mittlere Bewegung die wirkliche zu übertreffen beginnen

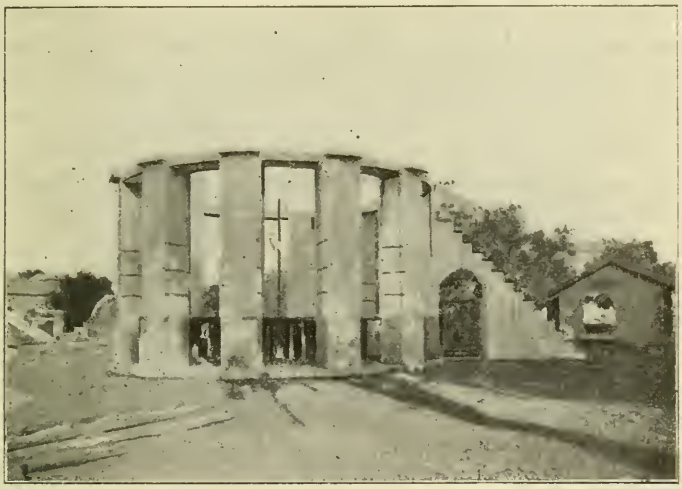


Fig. 3. **Rama yantra (Jaypoor),** s. Seite 418.

und der „mittlere“ Mond wird den wahren im Apogäum einholen. Von hier ab wird der umgekehrte Vorgang einsetzen: Zunächst wird der wirkliche gegen den mittleren Mond zurückbleiben, dann wird die wahre Geschwindigkeit größer werden als die mittlere, sodaß schließlich beide wieder gemeinsam durch das Perigäum gehen. In der ersten Hälfte ist demnach der wahre Mond gegen den mittleren voraus, in der zweiten Hälfte folgt er ihm nach. Die ganze Erscheinung könnte rein geometrisch so dargestellt werden, daß der Mond neben seiner ursprünglich gleichförmig gedachten Bewegung die Tendenz hätte, in der Nähe des Apogäums zu bleiben. Die Indier

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



stellen sich nun diesen Punkt der Mondbahn als den Sitz eines göttlichen Wesens vor, das den Mond in ganz bestimmter Weise an sich zieht und so von der mittleren Bewegung abbringt.

Bei der viel verwickelteren Bewegung der Planeten um die Erde mußte man natürlich für jeden dieser Himmelskörper mehrere solcher, mit störenden Kräften ausgestatteter Wesen annehmen, deren Sitz in gewisse ausgezeichnete Punkte der scheinbaren Bahn verlegt wurde.

Eine besondere Konsequenz der geozentrischen Weltanschauung besteht nun darin, daß die Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne hier bedeutungslos sind und an ihre Stelle zunächst jene Zeit tritt, die der Planet braucht, um in Bezug auf die Erde wieder dieselbe Stellung einzunehmen — die Zeit zwischen zwei Konjunktionen (wenn Sonne, Erde, Planet in einer Geraden stehen); in Bezug auf die Ekliptik findet von der Sonne aus gesehen eine Konjunktion statt, geozentrisch ist diese Konstellation Opposition oder Konjunktion. Diese Zeit — die synodische Umlaufszeit — ist bei inneren Planeten naturgemäß länger, als die tatsächliche — siderische — Umlaufszeit, bei äußeren länger als die Umlaufszeit der Erde. Da aber diese Konjunktionen an ganz verschiedenen Stellen der Erdbahn stattfinden oder, geozentrisch gedacht, an ganz verschiedenen Punkten des Fixsternhimmels, so werden sich erst dann alle Erscheinungen des scheinbaren Planetenlaufes wiederholen, wenn eine Konjunktion wieder an der gleichen Stelle wie die ursprüngliche stattfindet. Erst dann ist die ganze Bewegungsperiode, der große Umlauf eines Planeten vollendet. Dies führt naturgemäß zu sehr großen Zahlen, für welche überdies die Indier eine Vorliebe haben, die bis zur bloßen Zahlenspielerei geht.

Nach indischer Betrachtungsweise würde der Umlauf des Planeten Jupiter etwa in folgender Weise darzustellen sein. Die tatsächliche Umlaufszeit um die Sonne beträgt 4332·588 Tage. Das ist ein Datum, das in erster Linie für die geozentrische Darstellung belanglos ist. Nimmt man den Umlauf der Erde zu 365·256 Tagen, so ergibt die Rechnung, daß die Zeit zwischen zwei Konjunktionen, also die synodische Umlaufszeit, 398·924 Tage beträgt. Nun vermeiden die Indier derartige An-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



gaben in gebrochenen Zahlen und geben dafür Verhältnisse ganzer Zahlen, was ja dem Wesen nach dasselbe ist, aber eine uns ungewohnte Formulierung zur Folge hat. Die Umlaufszeiten Jupiters und der Erde verhalten sich wie 4332588 : 365256 oder genähert wie 925 : 78. Angenommen diese Größen wären in letzterer Annäherung den indischen Astronomen bekannt, so würden sie das so ausdrücken: 925 ganze Sonnenumläufe sind genau gleich 78 ganzen Jupiterumläufen oder nach 925 Jahren findet die Konjunktion wieder an derselben Stelle des Himmels statt. Für Mars würde das

Fig. 4. **Unnat-āsa yantra (Jaypoor).** s. Seite 419.

analoge Verhältnis 55 : 29 sein, mit ähnlicher Annäherung. Es werden also nach $925 \times 55 = 50895$ Jahren sowohl eine ganze Anzahl von Jupiterumläufen, als auch Marsumläufe stattgefunden haben. Wenn also Jupiter und Mars in Konjunktion waren, so findet nach 50.895 Jahren wieder eine Konjunktion an derselben Stelle des Himmels statt. Während dieser Zeit ist natürlich auch für jeden Planeten eine ganze Anzahl von synodischen Umläufen verlaufen und diese Zahlen bilden die Grundlagen für die Berechnung eines Planetenortes. Derlei rechnerische Betrachtungen bilden aber auch die Grundlagen für die großen Weltepochen der Indier. Nach ihrer Anschauung standen im Moment der Schöpfung alle Planeten in einer Geraden, also in Konjunktion, welche Konstellation am Schluß dieser Welt-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



periode wieder eintritt. Sie nehmen dafür 4,320.000 Jahre an, einen Zeitraum, den sie Mahâyuga nennen. Während eines solchen legt jeder Planet eine ganze Anzahl synodischer Umläufe zurück und tatsächlich wird in der indischen Astronomie die Umlaufszeit eines Planeten durch die Zahl der Umläufe in einem Mahâyuga angegeben. Es ist kaum nötig, zu bemerken, daß derartige Angaben bloße Zahlenspielereien sind, da selbst unsere genauesten Bahnelemente bezüglich ihrer Präzision nicht ausreichen würden, um für eine Million Jahre auch nur annähernd einen Planetenort bestimmen zu lassen.

Während eines Mahâyuga spielt sich die ganze Entwicklungsgeschichte der Menschheit ab, und zwar in vier Zeiträumen: dem goldenen Zeitalter, Kṛtayuga von einer Länge von 4×360.000 und einer Morgen- und Abenddämmerung von zusammen 2×4×36.000 Jahren dem silbernen Zeitalter, Tretâyuga von 3×360.000 und einer Dämmerung 2×3×36.000 dem ehernen Zeitalter, Dvāpárayuga von 2×360.000 und 2×2×36.000 Dämmerungsjahre und dem eisernen Zeitalter Kaliyuga von 1×360.000 und 2×36.000 Jahren Dämmerung. (Die hier immer auftretende Einheitsepoche von 36.000 Jahren, das sog. „platonische Jahr" ist griechischen Ursprungs und auf die Bewegung der Äquinoctien zurückzuführen.) Die Indier führen noch größere Zeiträume ein, welche Vielfache derartiger Mahâyugas enthalten. Während aber die Einführung des Mahâyuga noch das Bestreben zeigt, die Planetenläufe durch ganzzahlige Verhältnisse auszudrücken, haben diese Zeitalter höherer Ordnung offenbar den Zweck, die unendliche Dauer der Welt durch überaus große Zahlen zu veranschaulichen, da sie astronomisch und chronologisch ja völlig zwecklos sind. So machen tausend Mahâyuga (1 Kalpa) die Dauer eines Tages oder einer Nacht im Leben Brahmas, 360 solcher Tage und Nächte bilden ein Jahr im Leben Brahmas und Brahmas ganzes Leben dauert hundert solcher Jahre. Man findet daraus, daß Brahmas Leben 311 Billionen 40.000 Millionen gewöhnlicher Jahre dauert.

Sieht man übrigens von diesem und allem sonstigen phantastischen Beiwerk der indischen Astronomie ab, so erkennt man bei eingehender Betrachtung, daß in ihr eine große Fülle verhältnismäßig genauer astronomischer Daten enthalten ist,

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



die insbesonders in der sehr subtil angelegten indischen Chronologie zum Ausdruck kommen.

Es drängt sich dabei von selbst die Frage auf, welche Beobachtungsmittel den Indiern zu Gebote standen, um derartige Resultate zu erhalten, also die Frage nach dem Instrumentarium einer altindischen Sternwarte. Der Erläuterung der Einrichtung einer solchen sollen nur einige Bemerkungen vorausgeschickt werden.

Fig. 5. **Samraj yantra (Jaypoor)**, s. Seite 419.

Die Beobachtungen, die sich auf die Ermittlung der Bewegung der Himmelskörper beziehen, können nur in der Bestimmung des scheinbaren Ortes und der Zeitangabe, wann die betreffende Position stattgefunden hat, bestehen. Ortsangaben von Gestirnen können wieder in der Weise gemacht werden, daß man die Richtung, in der sie stehen, auf gewisse Fundamentalebenen bezieht. Man kann beispielsweise angeben die Höhe über dem Horizont und die Abweichung ihrer Vertikalebene von der Meridian-Ebene, d. h. jener Vertikalebene die durch die Nord-Süd-Richtung geht. Derartige Instrumente, Altazimute oder Universale, sind tatsächlich im Gebrauch; sie sind mit zwei Kreisen versehen, einen parallel mit

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


dem Horizont, den zweiten senkrecht zu diesem, an welchen die eben erwähnten zwei Winkelgrößen abgelesen werden können.

Man kann umgekehrt aus dem vermöge der täglichen Bewegung stets wechselnden Ort eines bekannten Sternes in Bezug auf dieses System auf die Zeit der Beobachtung einen Schluß ziehen und auf diese Weise Zeitbestimmungen vornehmen.

Ein anderes System bezieht sich auf den Äquator als Fundamentalebene. Der Abstand von diesem, die Deklination ist von der täglichen Bewegung unabhängig und gehört schon spezifisch dem betreffenden Objekt an. Die andere Winkelgröße, die im Äquator gezählt wird, hat ihren Anfangspunkt entweder im Meridian und wächst dann proportional der Zeit oder von einem festen Punkt des Äquator und gehört dann wieder dem Ort des Objektes als charakteristisches Datum an. Instrumente, die dem Kreise nach dieser Fundamentalebene orientiert sind, bezeichnet man als Äquatoreale. Beiden Systemen ist eine Ebene gemeinschaftlich: die Meridian-Ebene und man hat ein Instrument konstruiert, sog. Meridiankreise und Passagen-Instrumente, die nur in dieser Ebene beweglich sind, dadurch allerdings viel von der universellen Gebrauchsfähigkeit verlieren, aber andererseits durch ihre Stabilität zu Leistungen höchster Präzision geeignet sind. Für alle diese Typen findet man Analoga im indischen Instrumentarium.

Was die Genauigkeit der astronomischen Messungen anbelangt, so hängt diese von der Empfindlichkeit ab, mit der das Instrument auf Lageänderungen reagiert, und von der Möglichkeit, die Lage des Instrumentes bis auf entsprechende kleine Größen ablesen zu können. Beide Faktoren können durch optische Hilfsmittel ganz enorm gesteigert werden: Die Anwendung starker Vergrößerungen macht auch sehr kleine Einstellfehler merklich und daher vermeidbar, andererseits kann die Positionsbestimmung durch mikroskopische Ablesung entsprechend gesteigert werden. Man kann annehmen, daß dadurch eine Positionsbestimmung auf ein Zehntel einer Bogensekunde möglich ist, eine Größe, die ungefähr dem Winkel entspricht, unter dem ein Gegenstand von 0·1 $^{m}/_{m}$ Durchmesser in einer Entfernung von 200 *m* erscheinen würde.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Ganz anders liegen natürlich die Verhältnisse, wenn man auf die Hilfsmittel der Optik verzichten muß, wie es bei uns in der vorteleskopischen Zeit und bis heute auf den altindischen Sternwarten der Fall war. Dann beruht eine Positionsbestimmung auf das Anvisieren des Objektes mit Hilfe von Diopterlinealen u. dergl. Die Genauigkeit läßt sich hier nur durch die Länge der Absehlinie steigern, weil dann der gleichen linearen Verschiebung des Okularendes ein kleinerer Winkel entspricht. Diese Überlegung war der Grund der oft monströsen Instrumente der vorteleskopischen Zeit: lange, vielfach

Fig. 6. **Çakra yantra**, rechts, **(Jaypoor)**, s. Seite 420.

versteifte Röhren mit Fadenkreuzen im Innern, die in den sonderbarsten Flaschenzugsvorrichtungen aufgehängt waren. Die geringe Stabilität solcher Vorrichtungen machte den Vorteil ihrer Dimension allerdings wieder fraglich und so beschränkte man sich auf gewisse feste Vorrichtungen, deren Typus der Mauerquadrant ist, der freilich nur in einer bestimmten Vertikal-Ebene zur Verwendung gelangen kann. Trotz alledem kann die Genauigkeit einer derartigen Beobachtung höchstens auf eine ganze Bogenminute geschätzt werden, die also 600mal geringer als die einer modernen Beobachtung ist.

Die Indier haben nun an dem Prinzipe stabiler Aufstellung beinahe durchwegs festgehalten, ihre Hauptinstrumente

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


sind sämtlich so eingerichtet, daß die Absehlinien ihren unbeweglichen Teilen entsprechen.

Zunächst steht auch bei ihnen der Mauerkreis in Verwendung, der etwa unserem Meridiankreise entspricht: eine in der Nord-Südrichtung gebaute vertikale Wand, die mit einer Kreisteilung versehen ist, so daß man die Höhe eines Gestirnes im Moment der Meridianpassage ablesen konnte, und daraus entweder die Deklination oder die geographische Breite des Beobachtungsortes bestimmen konnte. Dieser Mauerkreis — Daksina-bhitti-yantra — wurde samt der Teilung aus Marmor ausgeführt (der Radius des Kreises in Jaypoor beträgt 6 Meter).

Zu den nach dem Horizotalsystem orientierten Instrumenten gehört zunächst der Dig-ãsa-yantra, das nur zum Messen der Horizontalwinkel, der Azimute, dienen soll, also unserem Theodoliten entspricht. Es ist ein Bau, bestehend aus zwei konzentrischen Kreismauern. Ein Faden, der über die äußere Ringmauer gelegt wird, gibt ein ganz bestimmtes Azimut an, das mit dem des Gestirnes übereinstimmt, sobald sie zur Deckung gebracht werden. Das in Jaypoor befindliche Instrument hat 8·2 Meter im Durchmesser.

Unserem Universale, also zum Messen von Azimut und Höhenwinkel dienlich, entspricht das Rama yantra. Es besteht aus einem Rundbau, der von 12 Pfeilern gebildet wird. Die den Zwischenräumen entsprechenden Sektoren des Bodens sind nach Azimut und Höhe geteilt, die Höhenteilung setzt sich an den Pfeilern fort. Im Zentrum steht ein vertikaler Stab. Zunächst war das Instrument zur Sonnenbeobachtung bestimmt und es ist klar, daß aus dem Schatten des Stabes Azimut und Höhe der Sonne bestimmt werden kann; sinkt letztere unter einer bestimmten Größe, so kann sie auf den Pfeilern abgelesen werden. Bei Fixsternen gebrauchte man wieder Visiervorrichtungen. Derlei Instrumente wurden immer paarweise gebaut, so zwar, daß das Gegenstück die Pfeiler in jenen Azimutrichtungen hatte, denen die Zwischenräume des ersten Instrumentes entsprechen, sodaß eine kontinuierliche Beobachtung möglich war.

Ein noch hieher gehöriges Instrument ist das Unnat-ãsa-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


yantra, das ausschließlich Höhenbeobachtungen dient. Es ist im Gegensatz zu den bisher besprochenen ein bewegliches Instrument, bestehend aus einem geteilten Messingring, der um eine seinen Aufhängepunkt entsprechenden vertikalen Achse drehbar ist. Ein mit einer Visiervorrichtung versehener Zeiger gestattet eine Höhenbestimmung, die hier in jedem beliebigen Azimut vorgenommen werden kann. Das in Jaypoor aufgestellte Instrument hat einen Durchmesser von 5·3 Meter.

Zu den äquatoreal orientierten Instrumenten gehört in erster Linie das Samraj yantra, das Hauptinstrument einer

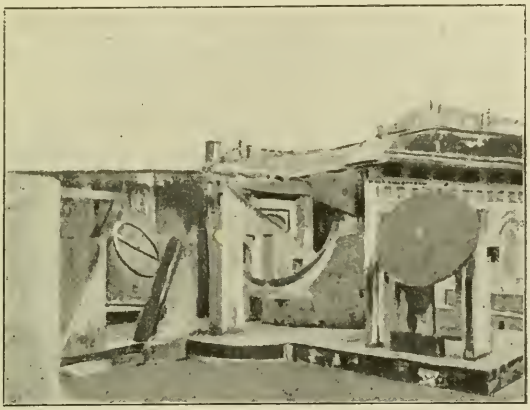


Fig. 7. **Çakra yantra**, links, und **Nari-válaya yantra**, rechts. **(Benares)**, s. Seite 420.

jeden altindischen Sternwarte. Es gleicht im Wesen einer enormen Sonnenuhr und hat zunächst auch eine dementsprechende Bestimmung. Sein Hauptbestandteil ist eine im Meridian gebaute vertikale Mauer in Form eines rechtwinkligen Dreieckes, dessen Hypothenuse gegen den Pol gerichtet ist. Beiderseits ist je ein Ringquadrant in der Äquatorebene angebaut, deren gemeinsamer Mittelpunkt in der Mitte der Hypothenuse liegt. Es ist zunächst klar, daß der Schatten dieses Gnomons auf dem geteilten Ring den Stundenwinkel der Sonne und somit die wahre Sonnenzeit gibt, daß ebenso durch Anvisieren irgend eines Sternes vom Äquator-Ring aus über die Hypothenuse der momentane Stundenwinkel des Objektes gefunden

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


werden kann. Ebenso ist unmittelbar ersichtlich, daß der Punkt der Hypothenuse, an welchem vom Ring aus das Objekt erscheint, ein Maß für die Deklination sein wird. Es ist deshalb auch diese Hypothenusen-Kante mit einer Teilung versehen, und zwar mit einer Tangententeilung, sodaß unmittelbar die Deklination abzulesen ist. Das größte derartige Instrument ist in Jaypoor. Seine Höhe beträgt $27^1/_2$ *m* und die Länge der Basis 45 *m*. Die Dimensionen des Äquator-Ringes sind demgemäß so groß, daß der Schatten in einer Stunde einen Weg von 4 *m* oder in einer Minute von 6·6 *cm* zurücklegt. Es ist deshalb der Kreis von Sekunde zu Sekunde geteilt, allerdings des unscharfen Schattens wegen eine illusorische Genauigkeit. Immerhin läßt das Instrument eine Ablesung auf $^1/_4$ einer Zeit-Minute zu.

Die Teilung ist übrigens auf einer Masse angebracht, die aus gemahlenem Muschelkalk hergestellt wird und getrocknet eine sehr feine Politur zuläßt.

Bei diesem, sowie bei den früher beschriebenen Instrumenten wird die genaue horizontale Lage der Fundamental-Ebene dadurch hergestellt, daß die Basis mit einem gemauerten Kanal umgeben wird und nach dem Wasserspiegel in diesem die Lage der Grundebene bestimmt, resp. korrigiert wird. Da dieses Instrument die Messung sehr hoher Deklinationen nicht zuläßt, so hat man für diese Zwecke eigene Varianten gebaut mit Deklinations-Kreisen, die ein Beobachten bis zum Pol hin gestatten. Sie sind in viel kleineren Dimensionen gehalten. Ein noch gut erhaltener Repräsentant dieser Type ist in Delhi.

Ein Äquatoreal-Instrument, das aber beweglich ist, ist das Çakra yantra, ein graduierter Messingkreis, der um eine Polarachse drehbar ist und einen Zeiger mit Visiervorrichtung besitzt, so daß Stundenwinkel und Deklination abgelesen werden können. An Genauigkeit steht dieses Instrument weit hinter dem vorigen zurück. Eine bloße Sonnenuhr ist das Nari-válaya-yantra eine dem Äquator parallel aufgestellte Scheibe mit einem zentralen, gegen den Pol gerichteten Zeiger. Die Scheibe muß natürlich doppelseitig sein, für den nördlichen und südlichen Sonnenstand.

Ein höchst eigentümliches Instrument ist das Jaya-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


prakaṣa. Ein halbkugelförmiger Hohlraum, gewöhnlich vertieft ins Erdreich gemauert, trägt die Kreise sowohl des Horizont, als auch des Äquatorsystems. In der horizontalen Durchmesserebene sind zwei Fäden gespannt, in der Nord-Süd- und Ost-West-Richtung, so daß ihr Kreuzungspunkt den Mittelpunkt der Kugel darstellt. Projiziert man die Richtung nach einem Gestirn von diesem Punkt aus auf die Kugelfläche, so kann man sowohl Azimut und Höhe, als auch Stundenwinkel und Deklination ablesen. Bei Sonnenbeobachtungen kann man diese Daten unmittelbar aus dem Schatten

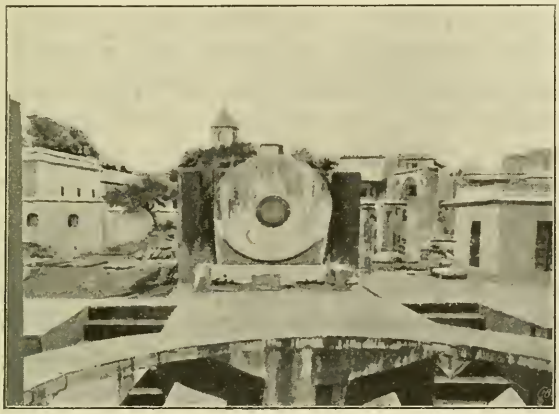


Fig. 8. **Jaya-prakaṣa**, der im Vordergrunde nur teilweise sichtbare Hohlraum, **(Jaypoor)**, s. Seite 420—421.

des Fadenkreuzes ablesen. Um das Anvisieren zu ermöglichen, sind gewisse Meridiansegmente für den Beobachter leer gelassen, daher wieder die Notwendigkeit eines Doppelinstrumentes mit ergänzenden Segmenten. Das Instrument ersetzt in seiner universellen Gebrauchsfähigkeit die Armillarsphäre der Griechen. (Das in Jaypoor befindliche Instrument hat einen Durchmesser von $5^1/_2$ *m*.)

Zu bemerken ist, daß dieses Instrument auch dazu dienen kann, Angaben in Höhe und Azimut unmittelbar in Stundenwinkel und Deklination zu verwandeln oder umgekehrt. Es sind überhaupt bei den Indiern noch einige astronomische Instrumente in Gebrauch, die weniger dem Beobachten dienen

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


als vielmehr Rechenbehelfe sind, so zwar, daß sie Rechnungen ersparen durch ein direktes graphisches Verfahren. Von der Schilderung dieser Instrumente soll hier abgesehen werden, weil dazu eine weitläufige geometrische Auseinandersetzung nötig wäre.

Die hier angeführten Instrumente erschöpfen zwar nicht das ganze indische Instrumentarium, bedeuten aber die Haupttypen ihrer astronomischen Beobachtungsmittel.

Übrigens stammen die jetzt noch erhaltenen Instrumente durchwegs aus neuerer Zeit, einer Epoche besonderer Pflege der Astronomie, die diese einem indischen Fürsten verdankt. Der Maharaja Jai-Singh II. von Amber (geb. 1686, gest. 1743), der selbst ein bedeutender Astronom war, widmete außerordentlich viel Arbeit und Geldmittel der Förderung astronomischer Studien und Beobachtungen, was sich insbesonders in der Erbauung von nicht weniger als fünf größeren Observatorien äußerte.

Das größte war das schon mehrmals erwähnte Observatorium von Jaypoor. Der Bau wurde 1734 vollendet. Es war teilweise noch recht gut erhalten und ist er kürzlich (1901/2) durch den jetzigen Maharaja Madho-Singh vollständig wiederhergestellt worden. Ein zweites befand sich in Ujjaini, ein Ort, durch welchen für die indischen Astronomen der Nullmeridian ging, und ein drittes in Muttra, das aber gegenwärtig nur mehr ein Trümmerhaufen ist. Ein viertes ließ Jay-Singh auf der Dachterrasse seines Palastes in Benares erbauen. Es ist noch recht erhalten.

Die fünfte Sternwarte ist in Delhi errichtet worden und zwar auf einer weiten Ebene im Süden der Stadt. Erhalten sind noch zwei Äquatoreal-Instrumente und ein Azimutal-Höhen-Instrument vom Typus des Ramayantra, von dem aber nur die Umfassungsmauer noch intakt ist. In Delhi ist auch noch eine Hochschule altindischen Stiles, die von Brahmanen geleitet wird, natürlich auf streng indischer Basis, ein ebenso merkwürdiges Denkmal für eine verschwundene Blütezeit des uralten Kulturvolkes der Inder.

(Die hier reproduzierten Bilder sind einer größeren Serie von Originalaufnahmen entnommen, die gelegentlich der Expe-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


dition zur Beobachtung der Leoniden 1899 in Indien gemacht wurden.

Die richtig gestellte Schreibweise der indischen Namen verdanke ich der freundlichen Mitteilung meines verehrten Kollegen H. Prof. Meringer.)

**Exkursion auf den Weizer Kulm am 20. Juni 1909.**

Die Veranstaltung der Exkursion ging, wie in den letzten beiden Jahren, von der botanischen Sektion aus. Leiter der Exkursion war der Berichterstatter. Die Zahl der Teilnehmer war (wohl hauptsächlich wegen der morgens recht zweifelhaften Witterungsverhältnisse) eine geringe (8 Personen). Es wurde um 5 Uhr 41 Min. früh vom Grazer Staatsbahnhof nach Fladnitz-Neudorf gefahren und von da zunächst nach Etzersdorf gewandert. Auf dem Wege dahin wurden u. a. folgende Pflanzen beobachtet[1]: Equisetum silvaticum, Carex acutiformis, Salix cinerea, Rubus sulcatus, Trifolium medium, Sambucus ebulus, Knautia drymeia, Chrysanthemum vulgare, Senecio silvaticus, Cirsium palustre × rivulare. Hinter Etzersdorf fand sich in den Getreidefeldern eine reiche Unkrautflora, bestehend aus: Muscari comosum, Ranunculus arvensis (auch die var. tuberculatus), Lepidium campestre, Neslia paniculata, Erysimum cheiranthoides, Alchemilla arvensis, Vicia hirsuta und glabrescens, Odontites verna, Galium aparine, Valerianella Morisonii, Lapsana communis. Auf dem weiteren Wege gegen Puch zu wurden noch beobachtet: Acorus calamus, Caltha laeta, Rosa canina und rubiginosa, dann nochmals Cirsium palustre × rivulare. Von Puch aus wurde der Kulm erstiegen, auf dem die botanische Ausbeute hinter den gehegten Erwartungen weit zurückblieb. Während des Aufstieges wurden nur Rosa gallica, Hypericum maculatum (in Menge auf den Wiesen unterhalb des Gasthauses), Pirola minor, Galium austriacum und Phyteuma spicatum notiert. Nach der Mittagsrast im Gasthause wurde der Gipfel (976 *m*) besucht, der zwar eine sehr weite Aussicht, aber nur eine äußerst dürftige Flora aufwies. Die einzige ausgesprochene Gebirgspflanze war die unscheinbare Sagina

[1] Nomenklatur nach der 2. Auflage meiner „Exkursionsflora für Österreich." Fritsch.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


saginoides, welche in Gesellschaft gemeiner Ubiquisten den Gipfel selbst einnahm. Etwas reicher war die Vegetation auf den Bergwiesen des Nordwestabhanges, durch welche der Abstieg gemacht wurde. Dort fanden sich u. a.: Nardus stricta, Gymnadenia conopea, Trifolium montanum, Alectorolophus crista galli, Arnica montana, Scorzonera humilis (verblüht) und Crepis paludosa. Der lange Rückweg vom Wirtshaus Feldseppl über Harl, Grub und Peesen nach Weiz wurde im Marschtempo zurückgelegt und bot in botanischer Hinsicht nichts bemerkenswertes. Erst zwischen den Schienen des Bahnhofes in Weiz wurden noch Diplotaxis muralis und Chaenorrhinum minus gesammelt. Um 7 Uhr 40 Min. abends wurde von Weiz aus die Rückfahrt nach Graz angetreten. Das Wetter hatte mehr gehalten, als es versprochen hatte. — Fritsch.

## 7. Versammlung am 23. Oktober 1909.

(Darwin-Feier).

Zur Erinnerung an den 1809 geborenen Charles Darwin hielt Herr Prof. Dr. Franz Wagner von Kremsthal die folgende

### Gedenkrede:

Am 12. Februar dieses Jahres waren es 100 Jahre, seit Charles Darwin das Licht der Welt erblickt hat. Die einzigartige Bedeutung, welche das Lebenswerk dieses Mannes für das ganze weite Gebiet der Biologie und über dieses hinaus für das gesamte geistige Leben der Gegenwart genommen hat, hat dazu geführt, daß in diesem nun zu Ende gehenden Jahre allüberall, wo das Interesse am Fortschritt unserer Naturerkenntnis eine Heimstätte gefunden hat, das Andenken dieses gewaltigen Geistesheros festlich begangen wurde. Da bedarf es wahrlich keiner Rechtfertigung, wenn auch unser Verein es nicht nur als sein gutes Recht, sondern auch als eine frohe Pflicht empfand, dem Gedächtnisse des großen Briten eine bescheidene Huldigung darzubringen. Als Vertreter der Entwicklungslehre als Lehrfach an unserer Universität ist mir der ehrenvolle Auftrag geworden, Ihnen in unserer heutigen, dem Darwin-Jubiläum gewidmeten Sitzung ein

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


schlichtes Bild von der Persönlichkeit und dem Werke Darwins zu entwerfen. Gerne unterziehe ich mich dieser Aufgabe, muß aber um Ihre Nachsicht bitten, wenn ich mich bei der Kürze der verfügbaren Zeit auf das Wichtigste beschränke, und Ihnen kaum Neues zu bieten imstande bin.

Charles Robert Darwin entstammte einer alten englischen Familie, in der wissenschaftliche Interessen ebenso wie ein behaglicher Wohlstand zu Hause waren; die frühesten Familiennachrichten reichen bis in das fünfzehnte Jahrhundert zurück und geben Kunde, daß die ältesten Darwins begüterte Landeigentümer im (nördlichen) England gewesen sind. Von den nächsten Vorfahren Darwins muß des Großvaters Erasmus gedacht werden. Erasmus Darwin war ein mannigfach begabter und vielseitig interessierter Kopf, der, seinem Berufe nach Arzt, sich ebenso als Dichter wie als Philosoph und Naturforscher betätigt hat. Von besonderem Interesse ist dabei die Tatsache, daß dieser hervorragende Mann ein Werk verfaßt hat, die Zoonomia, in dem bereits vor Lamarck die Grundzüge einer Deszendenztheorie niedergelegt waren. So erscheint Erasmus Darwin auch in wissenschaftlicher Hinsicht als ein Vorläufer seines berühmten Enkels. Darwins Vater war Robert Waring Darwin, ebenfalls Arzt wie Erasmus, in noch höherem Maße als dieser angesehen und gesucht, aber von geringerer Universalität des Geistes und Interesses. Was von ihm überliefert ist, und wie Darwin selbst über seinen Vater geurteilt hat, kennzeichnet diesen als eine kernige, dabei aber herzenswarme und in jeder Beziehung sympathische Persönlichkeit, der indes auch ein kräftiger Einschlag von Originalität eigen war, sodaß er, wie sich sein berühmter Sohn ausdrückt, „in vielen Beziehungen ein merkwürdiger Mann war.“ Darwin hat zeitlebens „ein äußerst lebendiges Gefühl der Liebe und Achtung für das Andenken seines Vaters“ bewahrt und von diesem oft als dem weisesten Manne gesprochen, den er je gekannt habe.

Darwin selbst wurde am 12. Februar 1809 in Schrewsbury, wo sein Vater praktizierte, geboren. Über sein Leben hat er in einer Autobiographie berichtet, die indes nur für seine Kinder bestimmt war und deshalb in „Styl und Schreib-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



art“ ohne die gewohnte peinliche Sorgfalt niedergeschrieben worden ist. „Ich muß — erzählt Darwin — als ich zuerst in die Schule kam, ein sehr einfacher kleiner Kerl gewesen sein. Ein Junge, namens Garnet, nahm mich eines Tages mit in einen Kuchenladen und kaufte ein paar Kuchen, welche er nicht bezahlte, da ihm der Ladenbesitzer traute. Als wir herauskamen, frug ich ihn, warum er die Kuchen nicht bezahlt habe; er antwortete augenblicklich: I, weißt du denn nicht, daß mein Onkel der Stadt eine große Summe Geldes hinterlassen hat unter der Bedingung, daß jeder Kaufmann, was nur immer gebraucht werden würde, ohne Bezahlung einem jeden zu geben habe, der seinen alten Hut trüge und ihn in einer besonderen Manier schwenkte; dabei zeigte er mir, wie er geschwenkt würde. Er ging dann in einen anderen Laden, wo er Kredit hatte, frug nach irgend einem kleinen Gegenstand, bewegte seinen Hut in der gehörigen Art und erhielt natürlich die Sache ohne Bezahlung. Als wir herauskamen, sagte er: Wenn du nun einmal selbst Lust hast, in den Kuchenladen dort zu gehen, so will ich dir meinen Hut borgen und du kannst dann was du nur immer willst, bekommen, wenn du den Hut auf deinem Kopfe in der gehörigen Weise schwenkst. Ich nahm sehr erfreut das hochherzige Anerbieten an, ging hinein, forderte ein paar Kuchen, schwenkte den Hut und war im Begriff aus dem Laden hinauszugehen, als der Ladenherr auf mich losstürzte. Ich ließ die Kuchen fallen und rannte ums Leben, und war höchlichst erstaunt, von meinem falschen Freunde Garnet mit brüllendem Gelächter begrüßt zu werden.“ Schon frühzeitig zeigte Darwin Interesse für Naturgeschichte und einen-ausgesprochenen Hang für das Sammeln aller möglichen Sachen. Im Alter von 9 Jahren kam er aus dem Elternhause in Butlers Schule, die die größte Lehranstalt seiner Vaterstadt war; dort verblieb er volle 7 Jahre. „Nichts hätte für die Entwicklung meines Geistes — schreibt Darwin — schlimmer sein können, als Dr. Butlers Schule, da sie ausschließlich klassisch war und nichts anderes gelehrt wurde, ausgenommen ein wenig alte Geographie und Geschichte. Daß die Schule ein Mittel der Erziehung sei, war mir einfach unbegreiflich.“ Dem entsprachen denn auch die

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


Resultate dieses 7jährigen Unterrichtes, deren bedenkliche Mangelhaftigkeit den Vater zu der den Sohn tief demütigenden Äußerung veranlaßte: „Du hast kein anderes Interesse als Schießen, Hunde und Ratten fangen und du wirst dir selbst und der ganzen Familie zur Schande.“ Er wurde nun — mit 16 Jahren — auf die Universität Edinburg zu seinem älteren Bruder geschickt, um wie dieser dort Medizin zu studieren. Der Aufenthalt in Edinburg dauerte 2 Jahre, zeitigte aber nur die Einsicht, daß es mit dem beabsichtigten Berufe nichts sein könne, denn abgesehen davon, daß ihn nach seinem eigenen Bekenntnis die zu hörenden Vorlesungen „einfach unerträglich langweilig waren“, stellte sich heraus, daß Darwin unfähig war, Operationen auch nur zuzusehen: „Ich . . . sah zwei sehr schwere Operationen — berichtet er — die eine an einem Kinde; ich lief aber davon, ehe sie zu Ende gebracht waren. Auch habe ich nie einer weiteren beigewohnt; denn kaum irgend eine Versuchung hätte stark genug sein können, mich dazu zu bringen; dies war lange vor der gesegneten Zeit des Chloroforms. Die beiden Fälle sind mir viele lange Jahre nachgegangen.“

Unter diesen Umständen schlug ihm sein Vater vor, Geistlicher zu werden, denn „er widersetzte sich — wie Darwin von seinem Vater erzählt — mit vollem Rechte heftig der Aussicht, daß ich ein fauler, nur Kurzweil treibender Mensch würde, was damals meine wahrscheinliche Bestimmung zu sein schien.“ Nach kurzem Bedenken, seinen „Glauben an alle Dogmen der Kirche von England zu erklären,“ und dem Gedanken, „ein Landgeistlicher“ zu sein, nicht abhold, fügte sich der Sohn dem Wunsche des Vaters und bezog, um den für seinen künftigen Beruf notwendigen akademischen Grad zu erwerben, die Universität Cambridge. „Während der drei Jahre — berichtet Darwin — welche ich in Cambridge zubrachte, war meine Zeit, was die akademischen Studien anlangt, ebenso vollständig verschwendet wie in Edinburg und auf der Schule.“ Indes bestand er doch im zweiten Jahre seiner dortigen Studienzeit „mit Leichtigkeit“ das sogenannte Vorexamen und errang auch schließlich auf Grund eines vorzüglichen Examens den Grad des Baccalaureus.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Die entscheidende Wendung seines Lebens brachte Darwin ein Zufall. Die englische Regierung hatte eine auf fünf Jahre berechnete Expedition beschlossen, die topographische Aufnahmen zunächst von Patagonien, dem Feuerland, weiterhin auch von der Westküste Südamerikas und einigen Südseeinseln durchführen und überdies an den verschiedensten Punkten der Erde chronometrische Bestimmungen vornehmen sollte. Man wünschte diese Weltumsegelung, für die ein für unsere heutigen Begriffe außerordentlich kleines Kriegsschiff, der „Beagle", zu deutsch „Spürhund", bestimmt worden war, durch Mitnahme eines jungen Naturforschers — aber ohne Bezahlung — auch für Zoologie, Botanik und Geologie nutzbar zu machen. Die Wahl fiel auf Darwin. Und das kam so: Seiner Neigung für Naturgeschichte, insbesondere Geologie, Zoologie und Botanik folgend, hatte Darwin in Edinburg, wie ganz besonders in Cambridge, hauptsächlich diese Disziplinen, wenngleich in keiner Weise irgendwie methodisch gepflegt. Indes war er dadurch mit einer Reihe von Lehrern und Forschern in nähere Beziehung getreten, von welchen nach seinem eigenen Bekenntnis für sein ganzes weiteres Leben keiner einen so bestimmenden Einfluß ausgeübt hat als der Botaniker Henslow, von dem schon der Bruder Darwins mitgeteilt hatte, daß er ein Mann sei, „welcher jeden Zweig der Naturwissenschaften kenne." Rasch wurde aus dem sachlichen Verhältnis der beiden Männer ein persönliches und dieses bald von so intimer Natur, daß man in Cambridge von Darwin oft nur als von dem Menschen sprach, „welcher mit Henslow spazieren geht." Dieser Mann nun war es, der, um eine geeignete Persönlichkeit für jene Expedition befragt, die Aufforderung, die Weltreise mitzumachen, an Darwin leitete. Für den Eindruck, den Darwins Vater von dem Tun und Lassen seines Sohnes bis dahin empfangen haben mußte, ist es bezeichnend, daß er diesem, der natürlich zu sofortiger Annahme des Anerbietens äußerst geneigt war, erklärte: „Wenn du irgend einen Mann von gesundem Menschenverstande finden kannst, der dir den Rat gibt, zu gehen, so will ich meine Zustimmung geben." Glücklicherweise fand sich ein solcher in der Person seines Onkels und späteren Schwiegervaters, Joshua

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


Wedgwood, von dem der Vater Darwins stets gesagt hatte, „daß er einer der verständigsten Männer in der Welt sei.“ So blieb nur noch die Geldfrage, die aber bei der Wohlhabenheit des Vaters kein ernstliches Hindernis zu bieten vermochte. Immerhin ist recht charakteristisch, was Darwin über diesen Punkt mitteilt: „Ich war in Cambridge ziemlich verschwenderisch gewesen, und um meinen Vater zu beruhigen, sagte ich ihm, daß ich verteufelt geschickt sein müsse, wenn ich an Bord des „Beagle“ mehr als das mir Ausgesetzte vertun wollte; er entgegnete mir aber mit Lächeln: sie sagen mir aber, du sei'st sehr geschickt.“

Die Weltreise wurde Ende des Jahres 1831 angetreten. Sie entschied über Darwins künftiges Leben in jeder Beziehung: sie gab seinem Geiste „die erste wirkliche Zucht“, reifte den Jüngling zum Manne, entwickelte den Charakter in unnachsichtiger Strenge gegen das eigene Ich und machte den bisherigen Dilettanten voll und ganz zum Naturforscher. Auf dieser Reise empfing Darwin auch die ersten und nachhaltigsten Eindrücke von der Veränderlichkeit der organischen Arten, ein Gegenstand, der unbeschadet zahlreicher anderer und bedeutungsvoller Forschungen und Publikationen zoologischen, botanischen und geologischen Inhalts das Thema seiner Lebensarbeit wurde und ihn zum Begründer der modernen Biologie gemacht hat.

Im Oktober 1836 erfolgte die Heimkehr. Nach kurzem Aufenthalte in Cambridge siedelte Darwin nach London über, wo er sich eine Reihe von Jahren in erster Linie der Aufarbeitung seiner Reiseergebnisse widmete. In dieser eifrig und gewissenhaft betriebenen Tätigkeit wurde er indes mehrfach durch Krankheit gestört, die bald einen chronischen Charakter annahm und, wie es scheint, insofern auch mit seiner Reise in Zusammenhang stand, als er während der ganzen, fast fünfjährigen Weltumsegelung in steigendem Maße unter der Seekrankheit zu leiden hatte, wodurch sein durch Sport und Jagd zwar gestählter Körper doch schließlich in nachhaltigem Grade geschädigt wurde. Nur durch eine streng methodische und mit eiserner Beharrlichkeit festgehaltene, auf fast alle kleinen Freuden des Daseins verzichtende Lebensführung konnte der

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



kränkliche Körper dem langsam, aber stetig fortschreitenden Übel Trotz bieten und bis ins Greisenalter arbeitsfähig erhalten werden. Im Jahre 1839 verheiratete sich Darwin mit seiner Cousine Wedgwood und begründete sich damit ein häusliches Glück, das ihn inmitten seiner körperlichen Leiden und aufreibenden Geistesarbeit zum Sonnenschein seines Lebens wurde. Seiner Kränklichkeit wegen, die ihm den Aufenthalt in der lärmenden und ungesunden Großstadt unmöglich machte, erwarb Darwin 1842 ein idyllisches Landgut in Down bei Beckenham in der Grafschaft Kent, auf das er sich im Herbste desselben Jahres zurückzog. Hier lebte Darwin fast volle 40 Jahre, unablässig forschend und arbeitend, soweit nur sein körperlicher Zustand es gestattete, bis zu seinem am 19. April 1882 im Alter von 73 Jahren erfolgten Tode. In der fast weltabgeschiedenen Einsamkeit von Down reifte in Darwins Geiste sein größtes Lebenswerk, dessen Grundlegung 1859 veröffentlicht wurde, während eine Reihe weiterer und zum Teile noch umfänglicherer Schriften dem Ausbau seiner Lehre gewidmet waren. Darwin war — für einen Reformator ein seltenes Geschick — die Freude beschieden, den Sieg seiner Gedanken voll und ganz zu erleben.

Mit dem Genie, das uns aus Darwins wissenschaftlichen Leistungen in hellstem Glanze entgegenstrahlt, verband sich in diesem seltenen Manne ein edler Charakter von höchster sittlicher Reinheit. Milde und Wohlwollen, herzenswarme Hingabe an die Seinen und alle, die ihm Freunde wurden, unbedingte Wahrheitsliebe und Gerechtigkeit gegen jedermann sowie ein reicher Schatz an Gemüt, der ihn selbst bei der geringfügigsten Tierquälerei in heftige Entrüstung geraten ließ, kennzeichnen Darwin als eine durch und durch liebenswürdige Persönlichkeit und lassen es verstehen, daß alle, die so glücklich waren, ihm persönlich nahe zu kommen, in ihm den Menschen nicht weniger als den Forscher verehrten und bewunderten. Sein ganzes Wesen war Einfachheit und ein ungewöhnliches Maß von Bescheidenheit. Die Mängel seiner Begabung hat er selbst rückhaltslos bekannt: das Unvermögen, sich fremde Sprachen anzueignen, die völlige Talentlosigkeit für das Zeichnen, eine gewisse Schwerfälligkeit

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



im Auffassen und Urteilen, die geringe Fähigkeit, „einem langen und abstrakten Gedankengang zu folgen", und anderes. „Es ist mein Erfolg — so schließt Darwin seine Autobiographie — als der eines Mannes der Wissenschaft, wie gering oder groß derselbe auch gewesen sein mag, soweit ich es zu beurteilen imstande bin, durch komplizierte und verschiedenartige geistige Eigenschaften und Zustände bestimmt worden. Von diesen sind die bedeutungsvollsten gewesen: Liebe zur Wissenschaft — uneingeschränkte Geduld, lange Zeit über einen Gegenstand nachzudenken — Fleiß beim Beobachten und Sammeln von Tatsachen — und ein ordentliches Maß von Erfindungsgabe ebensowohl wie von gesundem Menschenverstande. Bei so mäßigen Fähigkeiten, wie ich sie besitze, ist es wahrhaft überraschend, daß ich die Meinungen wissenschaftlicher Männer über einige bedeutungsvolle Punkte in beträchtlichem Grade beeinflußt habe."

Darwins Hauptwerk, auch von ihm als solches bezeichnet, ist das Buch „Über die Entstehung der Arten im Tier- und Pflanzenreich durch natürliche Züchtung, oder Erhaltung der vervollkommneten Rassen im Kampfe ums Dasein." Dieses, erst nach mehr als 20jährigem unermüdlichem Sammeln, Forschen und Prüfen, und in seiner ersten Konzeption nur zögernd und dem äußeren Drucke von Freunden nachgebend veröffentlichte Werk gibt die Grundlegung jener Lehre, die seither nach ihrem Autor als „Darwin'sche Theorie" oder kurz als „Darwinismus" bezeichnet wird: Die Selektionstheorie oder Lehre von der natürlichen Zuchtwahl. Ihrer Begründung galt die Fülle von Tatsachen und Erfahrungen, die hier aus den verschiedensten Gebieten der Lebenserscheinungen vor den Augen des völlig überraschten Lesers ausgebreitet wurden. Das Werk ist wirklich — wie Darwin selbst einmal äußerte — „von Anfang bis zum Ende eine lange Beweisführung". Bei einem Buche von solcher Haltung mußte trotz der bescheidenen und vorsichtigen Art des Verfassers, der selbst die Schwächen und Schwierigkeiten seines Gedankenganges aufzeigte, die Wirkung, die es auf den Leser ausübte, gleichviel, ob man sich schließlich für oder gegen den Autor

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



entschied. eine außerordentlich tiefe und nachhaltige sein. An den Prinzipien, die er in dieser „Hauptarbeit“ seines Lebens entwickelt hat, hielt Darwin bis zu seinem Ende unverrückt fest.

Die Grundlinien der Lehre von der Naturzüchtung brauche ich hier nicht ausführlich darzulegen; es genügt, wenn ich, um Bekanntes ins Gedächtnis zurückzurufen, auf die wichtigsten Faktoren dieser Lehre kurz hinweise und den Zusammenhang andeute, in welchen dieselben von Darwin gebracht worden sind. Da ist zunächst die Tatsache der Überproduktion an Individuen, indem von jeder Tier- und Pflanzenart weit mehr Nachkommen erzeugt werden, als auf die Höhe des Lebens, d. h. zur Fortpflanzung gelangen, um die Art zu erhalten. Sodann die Tatsache der Variabilität, die sich darin äußert, daß die Individuen jeder Art unter sich niemals schlechthin gleich sind, sondern durch besondere, eben individuelle Merkmale mehr oder weniger, nicht selten auch beträchtlich voneinander abweichen. Die Folge dieser Variabilität ist natürlich eine zwar beständig wechselnde, jedoch stets vorhandene Verschiedenheit zwischen den zu einer Art gehörigen Individuen, d. h. aber, daß diese Individuen für die allgemeinen und besonderen Existenzbedingungen, unter welchen sie zu leben haben, verschieden ausgerüstet und daher auch verschieden geeignet sind. Dieser Zusammenhang entfaltet seine volle Wirkungsgröße bei den jeweils heranwachsenden Generationen, insbesondere bezüglich der von denselben ausgehenden Nahrungsbedürfnisse, zu deren Befriedigung ein unbeschränktes Maß von Nahrungsquellen nicht zu Gebote steht; dabei sind ja die Individuen ein und derselben Art durchwegs und notwendiger Weise auf die gleichen Nahrungsmittel angewiesen. So werden die heranwachsenden Individuen mit ihren Erzeugern, ganz besonders aber unter sich selber in einen Wettbewerb gezwungen, zunächst um die Stillung der elementarsten Anforderung alles Lebendigen, des Hungers. Dieser Wettbewerb ist der — Kampf ums Dasein. Er ist das Mittel, dessen sich die Natur bedient, um unter den jeweils gegebenen Individuen einer Art, vor allem den Jungen derselben, eine beständige Auslese, Selektion, zu vollziehen, indem die in ihren individuellen Merkmalen für den Existenzkampf passender

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



ausgerüsteten Individuen sich erhalten, zur Fortpflanzug kommen und dabei Kraft der Vererbung ihre nützlichen Eigenschaften weitergeben und steigern, während die ungünstig gearteten Individuen unterliegen und vorzeitig zugrunde gehen. Das Passendste also bleibt im Durchschnitt Sieger im Kampf ums Dasein und daraus resultiert jene die Lebewesen so scharf charakterisierende zweckmäßige Artung ihrer Organisation, die man als „Anpassung" bezeichnet.

Ein Prinzip, wie das der Naturzüchtung vermag begreiflicher Weise nur einen Sinn zu haben, wenn die organischen Formen abänderbar sind, die Veränderlichkeit der Organismen demnach schon als erwiesene Tatsache vorausgesetzt wird. Als Darwin seine Selektionstheorie aufstellte, herrschte aber noch allgemein unter den Biologen die von Linné überkommene und von Cuvier unbeugsam festgehaltene Ansicht von der Unveränderlichkeit der Arten, das Dogma von der Artkonstanz. Allerdings hatten schon vor Darwin erleuchtete Geister den Gedanken einer natürlichen Entstehung der organischen Formenmannigfaltigkeit vertreten — ich erinnere an Erasmus Darwin, an Goethe, vor allen aber an Lamarck und Geoffroy Saint-Hilaire in Frankreich; die Ideen dieser Männer haben aber auch nicht unmittelbar befruchtend gewirkt, sondern nur den Boden sozusagen vorbereitet, am wenigsten seltsamer Weise — nach Darwins eigenem Zeugnis — in England, trotzdem gerade dort das Genie Lyells die Katastrophentheorie Cuviers beseitigt und das Prinzip kontinuierlicher allmählicher Veränderung an deren Stelle gesetzt hatte, eine tiefgreifende Umwälzung, die auch für Darwins Lehre von einschneidendster Bedeutung war.

„Wenn ein Naturforscher — schreibt Darwin in der Einleitung seines Hauptwerkes — über die Entstehung der Arten nachdenkt, so ist es wohl begreiflich, daß er in Erwägung der gegenseitigen Verwandtschafts-Verhältnisse der Organismen, ihrer embryonalen Beziehungen, ihrer geographischen Verbreitung, ihrer geologischen Aufeinanderfolge und anderer solcher Tatsachen zu dem Schlusse gelangen könne, daß jede Art nicht unabhängig von anderen erschaffen sei, sondern nach der Weise der Varietäten von anderen Arten abstamme. Demun-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



geachtet dürfte eine solche Schlußfolgerung, selbst wenn sie richtig wäre, kein Genüge leisten, solange nicht nachgewiesen werden kann, auf welche Weise die zahllosen Arten, welche jetzt unsere Erde bewohnen, so abgeändert worden seien, daß sie die jetzige Vollkommenheit des Baues und der Anpassung für ihre jedesmaligen Lebensverhältnisse erlangten, welche mit Recht unsere Bewunderung erregen.“ Mit feinem psychologischen Verständnis für die wissenschaftliche Lage seiner Zeit hat daher Darwin in seinem Werke das Problem der Veränderlichkeit der Arten in den Hintergrund gedrängt und die zahlreichen Tatsachen der Variabilität vornehmlich als Mittel zum Hauptzweck, dem Nachweis der natürlichen Zuchtwahl im Naturwalten benützt. Diese lag ihm in erster Linie am Herzen, denn war sie plausibel gemacht, so konnte jene kaum mehr zweifelhaft sein. So wurde Darwin, indem er die Theorie von der natürlichen Zuchtwahl aufstellte, zugleich der Begründer der Entwicklungs- oder Abstammungslehre — der Deszendenztheorie. Hätte Darwins Lebensarbeit kein anderes Verdienst als dieses, sein Name müßte unvergänglich bleiben.

Der gekennzeichnete Sachverhalt hat es mit sich gebracht, daß man Deszendenztheorie und Zuchtwahllehre vielfach als eine untrennbare Einheit betrachtet, in der die eine mit der andern steht und fällt, ein Irrtum, der keineswegs bloß in Laienkreisen verbreitet ist.

Mit welcher Vorsicht Darwin bei der Ausarbeitung seines Hauptwerkes vorging, zeigt auch der Umstand, daß er es vermied, den Menschen in den Kreis seiner Betrachtungen einzubeziehen, weil er wohl wußte, daß dies der objektiven Würdigung seiner Ideen, zumal bei seinen Landsleuten, sicherlich Schwierigkeiten bereitet hätte. Aber seine Ehrlichkeit zwang ihm doch als Gewissenspflicht die Bemerkung ab: „es werde auch auf den Ursprung des Menschen und seine Geschichte Licht geworfen werden.“ Als indes etliche Jahre später Häckel mit dem ganzen Feuereifer seiner Begeisterung für die neue Lehre die Konsequenzen der letzteren für die Natur und die Stellung des Menschen in der Organismenwelt zog, zauderte Darwin keinen Augenblick, seiner vollen Zu-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



stimmung zu denselben Ausdruck zu geben. Dem religiösen Empfinden seiner Volksgenossen trug er auch noch dadurch Rechnung, daß er, der ohnedies jedem Abschweifen vom Boden der Erfahrung ängstlich aus dem Wege ging, unbeweisbare Annahmen, mochten dieselben auch noch so zwingend sich aufdrängen, wie die Hypothese der Urzeugung, grundsätzlich beiseite ließ. Charakteristisch in dieser Hinsicht sind die schönen Worte, mit welchen er sein Werk schloß: „Es ist wahrlich eine großartige Ansicht, daß der Schöpfer den Keim alles Lebens, das uns umgibt, nur wenigen oder nur einer einzigen Form eingehaucht habe, und daß, während dieser Planet, den strengen Gesetzen der Schwerkraft folgend, sich im Kreise schwingt, aus so einfachem Anfang sich eine endlose Reihe immer schönerer und vollkommnerer Wesen entwickelt hat und noch fort entwickelt."

Nach dem Gesagten kann es nicht mehr überraschen, daß Darwins Werk Erfolg hatte: es mußte einen solchen haben und dieser Erfolg war nach kurzem, freilich auch leidenschaftlichem Kampfe berufener und unberufener Geister ein beispielloser, wahrhaft revolutionärer, denn er wandelte das ganze biologische Denken der Zeit mit einem Schlage von Grund aus um. Ein neues Zeitalter brach in der Lebensforschung an und die begeisterten Anhänger der neuen Lehre feierten Darwin als den „Kopernikus" oder „Newton" der organischen Naturwissenschaften. In der Tat kann man die Bedeutung Darwins für die Biologie kaum überschätzen. Wenn auch nach wie vor das Leben selbst ein ungelöstes Rätsel bleibt, so hat uns Darwin doch die Lebensformen — als solche und in ihrer fast unerschöpflichen Mannigfaltigkeit — verstehen gelehrt, und was das besagt, möchte ich Ihnen wenigstens nach den wichtigsten Seiten hin kurz darlegen.

Zunächst war mit dem Fall des Dogmas von der Artkonstanz und dem überzeugenden Nachweis der Veränderlichkeit der organischen Formen freie Bahn für den Entwicklungsgedanken geschaffen; man erkannte jetzt, daß die zahllosen Tier- und Pflanzenarten nicht beziehungslos, einfach nur räumlich — zeitlich neben- und nacheinander da sind, sondern auf

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



dem Wege eines durch Abstammung vermittelten natürlichen Zusammenhanges — vergleichbar der Blutsverwandtschaft — in einem, allerdings unendlich mannigfaltig abgestuften genealogischen Verwandtschaftsverhältnisse zueinander stehen. So schlingt sich um die ganze Organismenwelt ein einheitliches Band; die Abstammung bedingt die Organisation und alles, was von dieser abhängt, und bestimmt nach dem Maße, der Art und den Mischungsverhältnissen der Übereinstimmungen und Verschiedenheiten in Bau und Entwicklung den Grad der Verwandtschaft und damit den Platz im natürlichen System. An die Stelle eines toten Registers von künstlich gruppierten Beschreibungen trat der lebendige Fluß eines elementaren, alle Organismen umspannenden natürlichen Entwicklungsprozesses.

Zum zweiten befreite Darwin die Biologie vom Alp der Teleologie. Die Zweckmäßigkeit, die sich im Bau und den Lebensgewohnheiten, überhaupt in allen Erscheinungen des tierischen Lebens offenbart, hatte von jeher den Bestrebungen derjenigen zur Grundlage gedient, die entweder grundsätzlich einem metaphysischen Prinzip in die organische Gesetzmäßigkeit Eingang verschaffen wollen oder für diese doch eine dem Lebendigen allein zukommende Eigengesetzlichkeit, eine „Lebensautonomie“ annehmen zu müssen glauben. Es wird immer eines der gewichtigsten Argumente für die Selektionstheorie bleiben, daß sie die zweckmäßige Artung der Lebewesen als ein notwendiges Korrelat des allgemeinen organischen Entwicklungsprozesses erweist, indem allzeit das Passendste, also für die Existenzbedingungen Zweckentsprechende erhalten, das Ungeeignete eliminiert wird. Damit bot Darwins Lehre im Rahmen der mechanischen Naturerklärung eine befriedigende Lösung für ein uraltes Rätsel, das aller natürlichen Aufklärung zu spotten schien. Wir wissen jetzt: Nicht vorbedachte, sondern mechanisch erworbene Zweckmäßigkeit, nicht Finalität, sondern Entwicklung beherrschen die Organismenwelt: Die organische Zweckmäßigkeit ist nicht die Ursache der allgemeinen Lebensentwicklung, sondern das Ergebnis derselben.

Endlich leuchtet aus Darwins Lehren ein Gesetz des Fortschritts hervor, der sinngemäß der Entwicklung selbst ent-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


springt. Indem die natürliche Zuchtwahl in beharrlichem Wirken jeweils das Bessere, Vollkommenere erhält, steigert sie zugleich die allgemeine Leistungsfähigkeit der Lebenswelt und führt diese zu immer vollendeteren Formen hinan. Mit Hilfe der Arbeitsteilung und des Funktionswechsels schuf so die Naturzüchtung aus den einfachsten immer höhere, kompliziertere Zustände, die ganze, fast unendliche Mannigfaltigkeit unserer heutigen Tier- und Pflanzenwelt. Da aber die jene grandiose Vervollkommnung bewirkenden Faktoren unentwegt heute ebenso wie einst tätig sind, eröffnet die Darwin'sche Begründung der Abstammungslehre durch das Selektionsprinzip die Aussicht auf einen fast unbegrenzten Fortschritt.

Wie die scharf antiteleologische Seite des Darwinismus begreiflicherweise auch außerhalb der zünftigen Forscher das Interesse der Geister, insbesondere der Philosophen erregen mußte und ebenso in begeisterter Zustimmung wie in leidenschaftlicher Gegnerschaft zum Ausdrucke kam, so konnte es auch nicht ausbleiben, daß das Auslese prinzip mit seiner mechanischen Vervollkommnungstendenz auf alle Gebiete des menschlichen Geisteslebens befruchtender Einfluß gewann und der „Kampf ums Dasein", die „natürliche Auslese" usw. bald zu Schlagworten wissenschaftlicher, sozialer und politischer Bestrebungen wurden. Ein breiter Strom fruchtbarer Ideen ergoß sich so aus Darwins biologischer Lehre in das ganze geistige Leben seiner Zeit.

Sein Werk „Über die Entstehung der Arten" veröffentlichte Darwin im Todesjahre Alexander von Humboldts, genau 50 Jahre nach dem Erscheinen von Lamarcks „Philosophie Zoologique", im 50. Jahre seines Lebens. Ein halbes Jahrhundert ist seither vergangen und da liegt die Frage nahe, haben die Lehren Darwins die Hoffnungen und Erwartungen erfüllt, die man an sie geknüpft hat, oder nicht.

Um die gegenwärtige Lage der Darwin'schen Lehren richtig zu beurteilen, muß man scharf zwischen der Abstammungs- oder Deszendenzlehre und der Selektionstheorie unterscheiden. Ursprünglich, im Geiste ihres Schöpfers eine Einheit, hat sich das Verhältnis beider zueinander im Laufe der Zeit erheblich verändert: Die Deszendenztheorie emanzipierte sich

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



von der Zuchtwahllehre, denn sie vermochte in den Tatsachen des Naturlebens ihre völlig selbständige Begründung zu finden. Dieser Wandel kam dadurch zustande, daß man in der Zeit nach Darwin in erster Linie bemüht war, im Geiste der neuen Anschauungen die natürlichen Verwandtschaftsbeziehungen der Organismen zu erforschen, um an die Stelle des überkommenen künstlichen Systems den natürlichen Stammbaum zu setzen. Vergleichende Anatomie und Ontogenie, Oekologie, Paläontologie und Tiergeographie wetteiferten, sich an dieser Arbeit zu beteiligen, die auf neue Grundlagen gestellte Zellenlehre nahm die Probleme der Befruchtung und Erblichkeit — für die Abstammungslehre Faktoren von größter Tragweite — energisch in Angriff und gab in erfolgreicher Tätigkeit wichtige Aufschlüsse über die materiellen Grundlagen und den Mechanismus der Vererbung. Auch die Variabilität der Organismen wurde seither Gegenstand eingehender Untersuchungen und die bezüglichen Erfahrungen bestätigten das Variieren als eine allgemeine Eigenschaft der Lebensformen. Und da alle die unzähligen neuen Tatsachen, die so mit emsigen Fleiße aus allen Gebieten der Biologie zusammengetragen wurden, in einer für jeden Unbefangenen überzeugenden Weise die Richtigkeit des Deszendenzprinzips erwiesen, empfing dieses in eben jenen Tatsachen seine durchaus selbständige und völlig ausreichende Begründung. Mit vollem Rechte konnte daher 1902 August Weismann erklären: „Die Entwicklungslehre ist ein Besitz der Wissenschaft geworden, der nicht mehr rückgängig gemacht werden kann.“

Ein anderes Schicksal hat die Selektionstheorie gehabt. Schon die Tatsache, daß der Streit um das Zuchtwahlprinzip in unseren Tagen aufs neue entbrannt ist, läßt erkennen, daß das Ansehen dieser Lehre in der Biologie seither mindestens nicht gewachsen ist. Unleugbar richtig ist, daß die Lehre von der Naturzüchtung uns wohl für das große Ganze des Naturlebens eine bestrickende Erklärung gegeben hat, in zahlreichen Einzelfällen aber mehr oder weniger im Stiche läßt, weil wir uns nicht vorzustellen vermögen, wie so manche aus der Variabilität resultierende mehr oder weniger geringfügige indi-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



viduelle Verschiedenheiten einen so großen Selektionswert besitzen können, daß dieselben im Kampf ums Dasein zwischen Sein oder Nichtsein zu entscheiden imstande sein sollen. Diese Schwierigkeit wurde noch beträchtlich verschärft, seit durch die scharfsinnigen Forschungen Weismanns das Lamarcksche Prinzip die Vererbung erworbener Eigenschaften, mit welcher auch der Darwinismus operiert, mehr als fraglich geworden ist und die auf diesem Wege erlangten Abänderungen als Mittel der Naturzüchtung ausscheiden. Aus diesen Erfahrungen heraus ist heute wohl die Einsicht, es müsse neben der Auslese noch andere Faktoren der organischen Formbildung geben, eine allgemeine geworden. Darwin selbst hat dies übrigens von Anfang an eingeräumt, indem er am Schlusse der Einleitung seines Hauptwerkes erklärt, er sei überzeugt, „daß natürliche Züchtung das hauptsächlichste, wenn auch nicht einzige Mittel zur Abänderung der Lebensformen gewesen ist.“

Es kann heute nicht meine Aufgabe sein, auf die zahlreichen Theorien und Hypothesen einzugehen, die in den letzten Dezennien teils zur Ergänzung der Selektionstheorie, teils mit dem Anspruche, einen Ersatz derselben zu bieten, aufgestellt worden sind; sie gehen weit auseinander und zudem hat auch keine derselben allgemeine Anerkennung gefunden. Von besonderem Interesse und wohl auch der Ausdruck einer durchaus richtigen Empfindung ist dabei aber die Tatsache, daß alle diese neueren theoretischen Bestrebungen das Eine gemeinsam haben, daß das formbildende Prinzip in den Organismus selbst gelegt und aus inneren Gründen wirkend gedacht wird. In der Tat läßt die Vorstellung, daß die ganze organische Mannigfaltigkeit lediglich passiv als Produkt der Naturzüchtung entstanden sei, das Charakteristischeste des Lebendigen, die Aktivität des Lebens, allzuweit hinter sich.

So kann es nicht überraschen, daß wir heute wieder inmitten eines Kampfes widerstreitender Meinungen und alter unversöhnlicher Gegensätze stehen. Aber in dem unverlierbaren Besitze der Deszendenztheorie ist unser Anteil an diesen Kontroversen ein anderer geworden als zu Lebzeiten Darwins.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



An die Stelle der früheren Bekenntnisfreudigkeit in Sachen Darwins ist heute bei vielen Biologen eine kühle Zurückhaltung getreten, die nach Außen hin wohl als eine „Krisis" des Darwinismus empfunden und gedeutet werden kann. Mag so äußerlich die Wertschätzung des Selektionsprinzips in unseren Tagen auch tatsächlich gesunken sein, daß im Naturleben eine Auslese stattfindet, kann auch für uns Epigonen Darwins nimmermehr zweifelhaft sein. Was die Aufgabe der Zukunft bleibt, ist, die Wirkungsgröße, also den Anteil festzustellen, welcher der Selektion für die organische Formbildung zukommt. Wie kommende Geschlechter diese Frage beantworten werden, ist heute selbstredend nicht zu sagen, denn Prophentenrollen sind auch in der Wissenschaft nicht weniger undankbar als im Leben. Sicher ist aber, daß eine auf dem festen Boden der Tatsachen fußende Lehre, die diese Tatsachen in einen mit zwingender Logik sich aufdrängenden Zusammenhang bringt, keinesfalls das Urteil der Nachwelt zu scheuen braucht, mag sie nun einstens durch Besseres ersetzt werden oder wie die Deszendenztheorie in den dauernden Besitzstand der Wissenschaft übergehen. Die Wissenschaft kennt ja keine absolute Wahrheit, denn alle Erkenntnis ist relativ. —

Nur ein flüchtiges Bild von dem Leben und dem Wirken Darwins konnte ich Ihnen entwerfen. Ich mußte mir versagen, Ihnen Darwins Weltreise näher zu schildern, die Art zu kennzeichnen, wie er gearbeitet hat, vor allem aber die zahlreichen speziellen Werke anzuführen und zu würdigen, die allein für sich ihm einen Ehrenplatz unter den ersten Naturforschern seiner Zeit gesichert hätten. Immerhin hoffe ich, daß kein wesentlicher Zug in dem skizzierten Bilde fehlt.

In wenigen Wochen, am 24. November, werden es 50 Jahre sein, seit Darwins Buch über die Entstehung der Arten der Menschheit geschenkt worden ist. Was diese 50 Jahre für die Biologie im Besonderen bedeuten, das wurde vor kurzem an berufener Stelle ausgesprochen. Gestatten Sie mir, die betreffenden Worte hier noch anzuführen: „Wie breit das Fundament der Tatsachen ist, auf welchem der Grundpfeiler der Darwin'schen Theorie, das Prinzip der natürlichen Zuchtwahl ruht,

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



und wie unmittelbar diese Theorie aus der Beobachtung hervorwuchs, kann ermessen, wer sich verwegenwärtigt, welch' beispiellose Anregung sie der Zoologie und Botanik auf allen ihren Gebieten gegeben hat. Denn es wird uns niemand der Übertreibung zeihen können, wenn wir sagen, daß in diesem letzten halben Jahrhundert die Biologie . . . größere Fortschritte gemacht hat, als in der ganzen langen Zeit von Aristoteles bis Darwin."[1]

So darf ich meine heutigen, den Manen Darwins gewidmeten Ausführungen wohl mit den Worten Goethes schließen:

Es kann die Spur von seinen Erdentagen nicht in Äonen untergehen!

### 8. Versammlung am 6. November 1909.

Herr Dr. Bruno Kubart hielt einen Skioptikonvortrag mit dem Titel: Neues über Karbonfarne. Die Ausführungen des Vortragenden sind eine breitere Darstellung des Vortrages, der in der botanischen Sektion am 4. März 1908 gehalten wurde, auf den hiemit verwiesen wird.[2]

### 9. Versammlung am 20. November 1909.

Herr Dozent Dr. Fr. Fuhrmann hielt einen Vortrag über:

### Leuchtbakterien.

Das Leuchten des Meeres, toter Fische und Schlachttiere, des Holzes in moderndem Zustande ist wohl schon eine seit alters her bekannte Erscheinung, wie aus zahlreichen Stellen in naturwissenschaftlichen Werken älterer Autoren und auch aus Laienberichten zu entnehmen ist. Sehr alt ist auch die Kenntnis leuchtender lebender Tiere. Die Ursachen des Leuchtens wurden aber sehr verschieden angenommen. In allen Fällen ist das Selbstleuchten der verschiedenen toten Substrate jedenfalls auf lebende Organismen zurückzuführen, die sich darauf angesiedelt haben.

---

[1] Vgl. Verhandl. d. deutschen Zoolog. Gesellsch. auf d. 19. Jahresversammlung etc. Leipzig, 1909. Seite 9.

[2] Mitteilungen, Band 45, S. 430.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Die kleinsten derselben sind gewisse Bakterien, die ein sehr intensives Licht auszusenden vermögen; wegen dieser Eigenschaft vereinigt man sie in der physiologischen Gruppe „Leuchtbakterien", „photogene Bakterien" oder kurz „Photobakterien". Sie sind hauptsächlich, wenn nicht ausschließlich, beteiligt am Selbstleuchten von toten Tieren, das man so häufig an Fischen zu beobachten Gelegenheit hat. Am Schlachttierfleisch der verschiedenen Tierarten tritt es wenigstens in unserer Gegend höchst selten auf, wenn auch die Versuchsbedingungen genau den von Molisch gemachten Angaben entsprechen. In der Regel kann man es aber an Seefischen beobachten, die man sich vom Markte holt und, teilweise mit einer 3%igen Kochsalz- oder Meersalzlösung bedeckt, an einem kühlen Orte durch 24—26 Stunden hält. Die Temperatur soll zwischen 8 und 15° C liegen, denn das Leuchten tritt nur dann ein, wenn sich noch keine Fäulnisbakterien in größerer Menge angesiedelt haben. Letztere gedeihen aber bei der angegebenen, verhältnismäßig niedrigen Temperatur nur schlecht und vermehren sich sehr langsam. Leuchtbakterien allein erzeugen keine ausgesprochene Fäulnis, weshalb leuchtendes Fleisch und leuchtende Fische ohne Schaden für die Gesundheit zubereitet und genossen werden können.

Am Leuchten des modernden Holzes sind Bakterien nicht beteiligt. Hier findet man die Hyphen höherer Pilze, deren Myzelgeflecht das ganze Holz durchzieht und mit seinem Lichte dasselbe matt bläulich erstrahlen läßt, wie wenn darauf Phosphor gestrichen worden wäre.

Die Leuchtbakterien sind echte Bakterien, teilen sich also durch Spaltung und besitzen kein Chlorophyll. Sie sind samt und sonders leicht züchtbar und in Reinkulturen zu erhalten. Im Laufe der Zeit wurden ungefähr 25 Arten mehr oder minder genau untersucht und beschrieben. Die Mehrzahl, vielleicht auch alle, gehören zu den Stäbchenbakterien, obgleich sie unter günstigen Ernährungsbedingungen und in rascher Teilung begriffen eine kugelige Gestalt aufweisen. Dem genauen Untersucher entgeht es aber nicht, daß hier der Teilung eine beträchtliche Verlängerung der Zelle vorausgeht, was bei echten Kugelbakterien nicht zu geschehen

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


pflegt. Der Einfachheit wegen wollen wir nur eine Leuchtbakterienart herausgreifen und ihre Wachstumserscheinungen heute genauer betrachten, z. B. Photobacterium *a*, wie sie vorläufig genannt sein soll. Sie steht dem Bacterium phosphorescens Fischer jedenfalls nahe, unterscheidet sich aber zur Zeit noch durch einige physiologische Merkmale, weshalb sie einstweilen den obigen Namen zum Ausdrucke der Verschiedenheit tragen soll.

Ich sage ausdrücklich einstweilen, da es sich vielleicht herausstellen wird, daß sie mit dem Bacterium phosphorescens identisch ist, sobald sie längere Zeit im Laboratorium auf künstlichen Nährsubstraten weitergezüchtet worden sein wird. Sie wurde erst vor drei Wochen aus einem leuchtenden Seefisch unseres Fischmarktes gewonnen. Welcher Fisch zum Versuch diente, war nicht mehr zu ermitteln.

Die Reinkulturen von Photobacterium *a* auf Agar, Gelatine oder Nährbouillon mit 3% Kochsalz- oder Meersalzgehalt leuchten im Dunkeln ausgezeichnet, wie die herumgereichten Proben sehr gut erkennen lassen. Das Licht ist bläulichgrün und gleicht ungefähr dem von Geißler'schen Röhren, die eine Wasserstoffüllung aufweisen. Der Farbencharakter derselben offenbart sich sehr schön beim Betrachten im Halbdunkel.

Wenn wir junge Agarkulturen dieser Bakterienart mikroskopisch untersuchen, so finden wir zwei bis drei μ große, kugelige Formen, die die verschiedensten Teilungsstadien aufweisen, auf die wir nicht näher einzugehen brauchen. Wir sehen auch, daß die einzelnen Zellen in eine verquollene Masse eingebettet sind. Diese kommt durch Verquellung der äußeren Teile der Zellwand zustande. Diese Verquellungen führen zur Bildung von zusammenhängenden größeren Bakterienhaufen in flüssigen Kultursubstraten und zum Entstehen sehr regelmäßiger Wuchsverbände auf gallertigen Nährböden. Wenn wir die Auflagerung längs des Impfstriches bei stärkerer Vergrößerung untersuchen, finden wir, daß dieselbe aus einzelnen Bakterienhäufchen zusammengesetzt ist. Dieselben zeigen eine Maulbeergestalt, da sie wieder aus radiär gelagerten kleineren, kugeligen Bakterienanhäufungen aufgebaut sind.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Unser Photobacterium *a* ist nur kurze Zeit hindurch in sehr jugendlichen Kulturen beweglich. Über die Art und Weise der Begeißelung stehen die Angaben noch aus.

In seinen morphologischen Eigentümlichkeiten zeigt es große Ähnlichkeit mit dem Bacterium phosphorescens. Letzteres ist nur etwas kleiner, wenigstens in den Kulturen, die ich vom bakteriologischen Laboratorium Prof. Krals in Prag erhielt.

Photobacterium *a* gedeiht am besten bei Temperaturen zwischen 8 und 18° C. Ohne auf die übrigen, recht interessanten physiologischen Eigentümlichkeiten desselben näher einzugehen, wollen wir uns zunächst mit dem Leuchten dieser Bakterienart und mit dem Bakterienlichte eingehender befassen.

Nach den Untersuchungen von Beijerinck, Molisch u. a. hängt das Leuchten mit gewissen Ernährungsbedingungen innig zusammen. Es können Leuchtbakterien gut wachsen und sich üppig vermehren, ohne daß sie leuchten. Erst durch Hinzutreten gewisser äußerer Bedingungen und beim Vorhandensein gewisser Verbindungen als Nährstoffe tritt sofort die Lichtproduktion ein. Nach den Untersuchungen von Beijerinck müssen die meisten Leuchtbakterien neben Peptonen noch eine besondere Kohlenstoffquelle im Nährboden zur Verfügung haben, um kräftig zu leuchten. Eine Ausnahme davon machen nur Photobacterium luminosum und Photobacterium indicum, welche auch leuchten wenn ihnen nur Peptone oder Eiweißstoffe zur Verfügung stehen. Sind besondere Kohlenstoffquellen in Form von einfachen Zuckern im Nährsubstrat, so behindern später die aus ihnen hervorgehenden Säuren den Leuchtprozeß sehr stark. Schon innerhalb von kurzer Zeit hört das Leuchten solcher Kulturen gänzlich auf. Stumpft man die Säuren durch Alkalien ab, dann leuchten die Bakterien wieder, und zwar sofort. Es scheint also die Produktion des Leuchtstoffes und er selbst auch bei schwach saurer Reaktion erhalten zu bleiben. Nur wird er am Leuchten in letzterem Falle behindert. Beijerinck hat eine große Reihe der verschiedensten Stoffe auf die Fähigkeit untersucht, das Leuchten zu fördern oder sonstwie zu beeinflussen und stellt eine Anzahl derselben geradezu als Leuchtstoffe hin.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


Von größter Bedeutung für das Leuchten ist aber die Anwesenheit von Sauerstoff. Es gelingt uns dadurch, daß wir sämtlichen Luftsauerstoff fernhalten, nicht leuchtende, aber dennoch ausgezeichnet wachsende Kulturen zu erhalten. Dabei genügt es aber keineswegs, die in der Bakteriologie vielfach gebrauchte, sogenannte „anaërobe Kultur in der Buchner'schen Röhre" auszuführen. Photobacterium phosphorescens und Photobacterium *a* leuchten darin sehr gut, obgleich die eingefüllte alkalische Pyrrogallollösung unter Bräunung sofort den Sauerstoff absorbiert. Der Kautschukstöpsel läßt immerhin genügende Mengen desselben hindurch, sodaß solche Kulturen gut leuchten. Erst wenn man die Röhren sofort nach der Beschickung zuschmilzt, dann leuchten die Kulturen nicht mehr, obwohl sie auch ohne Sauerstoff sich gut entwickeln. Eröffnet man nun eine solche Röhre durch Absprengen des Verschlusses, so leuchtet die Kultur augenblicklich intensiv auf. Damit ist in gelungener Weise der Beweis erbracht, daß die Leuchtbakterien ihren Leuchtstoff auch ohne Zutritt des Luftsauerstoffes bei ihrem Wachstum bilden. Der später auch nur in geringsten Spuren hinzutretende Luftsauerstoff entflammt gleichsam das Bakterienlicht.

Dieselben Verhältnisse können wir auch an jeder flüssigen Kultur sehen. Ruhig stehend leuchtet höchstens die Oberfläche der Flüssigkeit. Erst beim leichten Umschwenken beginnt sofort die ganze Flüssigkeit hell zu erstrahlen.

Der letztgenannte Versuch zeigt uns aber noch viel mehr. Da das Leuchten in den Kulturen, die am besten leuchten, nach dem Schütteln alsbald verschwindet, so müssen wir annehmen, daß bei der Lichtentwicklung Sauerstoff verbraucht wird. Um das Leuchten längere Zeit ununterbrochen zu unterhalten, ist also die ständige Zufuhr von Luftsauerstoff unbedingt nötig. Die in der langen, einseitig geschlossenen Glasröhre befindlichen Leuchtbakterien flammen sofort auf, wenn in der Flüssigkeit eine Luftblase aufsteigt, wie der Versuch gezeigt hat. Kurze Zeit leuchtet die Röhre, aber alsbald erlischt sie. Dann kann man das Spiel von neuem beginnen lassen.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Andere Gase, wie Stickstoff, Wasserstoff, Kohlensäure u. s. f. stören das Wachstum zwar nicht, verhindern aber vollständig das Leuchten, wie der Versuch mit einer Bouillonkultur in $CO_2$-Atmosphäre zeigt. Die aufsteigende Kohlensäureblase in der gut angewachsenen Flüssigkeitskultur vermag kein Leuchten auszulösen. Ebenso würde der Versuch mit den anderen Gasen ausfallen.

Im allgemeinen wird angenommen, daß das Kochsalz von wesentlicher Bedeutung für die Lichtproduktion ist. Doch schon Dubois machte darauf aufmerksam, daß nicht allein dieses Salz für den Leuchtprozeß ausschlaggebend sei, sondern daß es auch durch andere Verbindungen vertreten werden könne. Gewöhnlich gibt man den Photobakterien ein Nährsubstrat mit $2^1/_2$—$3^1/_2$% Chlornatrium oder Meersalz. Nach den Untersuchungen von Molisch können an die Stelle des Kochsalzes auch andere Chloride treten, wie Kaliumchlorid, Magnesiumchlorid, Kalziumchlorid, von denen das Kaliumchlorid sogar stärkeres Leuchten hervorruft als das Kochsalz und auch die anderen. Aber auch die schwefelsaure und salpetersaure Verbindung des Kaliums fördert ausgezeichnet das Leuchten. Auch Kaliumjodid wirkt ebenso. Alle diese Verbindungen wurden in $^1/_2$—3%iger Lösung zum Vergleiche herangezogen. Es scheint, daß die Leuchtbakterien als Meeresbewohner eine stark osmotisch wirksame Nährlösung verlangen.

Ebenso, wie die anderen Bakterien verschiedene Temperaturen zu ihrem besten Wachstum verlangen, leuchten und wachsen die einzelnen Arten der Photobakterien keineswegs bei ein und demselben Wärmegrad am besten. Unser Photobacterium *a* vermehrt sich am besten bei ca. 18—20° C. Bei 6—8° C findet kaum mehr eine Vermehrung statt, ebenso fehlt jedes Wachstum bei 28° C. Die intensivste Lichtentwicklung fällt ebenfalls mit dem Wachstumsoptimum zusammen. Unser Bakterium leuchtet aber noch bei Temperaturen von 35—40° C, bei welcher bei längerer Einwirkung eine Tötung desselben eintritt. Das Leuchten hält aber auch noch an, wenn wir sehr tief unter 0° die Kulturen halten. Die Wachstumsbreite deckt sich also nicht mit der Leuchtbreite,

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


wenn wir so sagen wollen. Das Gleiche ergibt sich aus Beobachtungen von Eijkmann an seiner aus Fischen des Marktes in Batavia gezüchteten Photobakterie „Pseudomonas javanica". Ihr Wachstumsoptimum befindet sich zwischen 28 und 38° C, das Leuchtoptimum zwischen 25 und 33° C. Die Wachstumsbreite liegt zwischen 10 und 40°, die Leuchtbreite zwischen —20° und +45° C. Ähnliche Beispiele ließen sich aus der Literatur in größerer Zahl anführen.

Durch sehr tiefe Temperaturen wird das Leuchtvermögen und das Leben der Photobakterien nicht zerstört. Bringen wir eine gut leuchtende Flüssigkeitskultur unseres Bakteriums in flüssige Luft, so findet eine sofortige Erstarrung statt und allmählich nimmt die Leuchtkraft der Kultur ab, bis sie nach einiger Zeit vollständig erlischt. Beim Wiederauftauen beginnt die Kultur aber sofort wieder intensiv zu leuchten. Die enorme Abkühlung in flüssiger Luft hatte die Leuchtfähigkeit keineswegs vernichtet, sondern nur vorübergehend aufgehoben.

Bei der Betrachtung so schön leuchtender Bakterienkulturen drängt sich sofort die Frage auf: Wie wird das Leuchten hervorgebracht? Die Frage ist noch keineswegs durch Tatsachen gelöst, sondern einstweilen nur hypothetisch erklärt. Zwei Ansichten stehen über das Bakterienleuchten einander gegenüber.

Nach der einen Ansicht, die Beijerinck vertritt, stellt der Leuchtprozeß eine physiologische Funktion dar, etwa wie die Kontraktilität der Muskelsubstanz, ohne daß es überhaupt zur Bildung eines leuchtenden Stoffes käme. Es soll nämlich bei der Umbildung der Peptone in lebendes Plasma Lichtentwicklung auftreten. Dafür sind keine Beweise erbracht; im Gegenteil geht aus den tatsächlichen Beobachtungen hervor, daß diese Leuchttheorie absolut unhaltbar ist. Wenn wir uns aus dem früher Mitgeteilten ins Gedächtnis zurückrufen, daß ohne Leuchten in sauerstoffreier Atmosphäre gutes Wachstum und üppige Vermehrung der Leuchtbakterien auftritt, so müssen wir gestehen, daß der Leuchtprozeß nicht gleichzeitig mit der Vermehrung einhergeht und daß beim Aufbau des Plasmas nicht Lichterscheinungen eintreten müssen. Außerdem ist es

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



gelungen, aus dem Sipho der Bohrmuschel eine leuchtende Flüssigkeit zu erhalten, die als Sekret anzusehen ist und nicht etwa durch Leuchtbakterien leuchtend gemacht wird, wie aus den Untersuchungen von Molisch klar hervorgeht.

Die zweite Ansicht geht dahin, daß ein besonderer Leuchtstoff, das „Photogen" in der Zelle gebildet wird und das Leuchten verursacht. Dubois nennt ihn Luciferin und läßt gleichzeitig in der Zelle einen zweiten Körper, die „Luciferase" entstehen, welche den ersteren Stoff sozusagen aktiviert. Demnach wäre der Vorgang ein rein enzymatischer, bei dem ein Zymogen und die dazugehörige Kinase gebildet wird. Beide Produkte vereint wirken erst. Nach Ludwig wird ein fertiges Photogen in der Bakterienzelle aufgebaut und nach außen abgegeben, wo es sich mit aktivem Sauerstoff verbindet und leuchtet. Es ist ja nach den Untersuchungen von Radziszewsky bekannt, daß zahlreiche organische Verbindungen in alkalischer Lösung bei Vereinigung mit aktivem Sauerstoff mehr oder minder intensiv leuchten. Wie schon Molisch richtig entgegnet, ist von einer diffusen Verbreitung des Bakteriumlichtes um die Kolonie oder einzelne Zellen nichts zu bemerken. Die photographische Platte würde es als Lichthof gewiß zeigen. Auch leuchten zellenfreie Kulturfiltrate nicht, wie der Versuch sofort zeigt. Es wurde die Bouillonkultur durch ein Porzellanfilter gezogen. Die Bakterien bleiben außerhalb am Filter, das Filtrat selbst ist bakterienfrei, aber auch lichtfrei.

Trotzdem hat die Photogentheorie die größte Berechtigung und Wahrscheinlichkeit für sich, wenn wir sie in der Fassung Molisch annehmen. Darnach wird nur bei Sauerstoffzutritt Photogen gebildet, das in der lebenden Zelle leuchtet und außerordentlich labil ist, sodaß es bisher noch nicht gelungen ist, es von der Bakterienzelle funktionstüchtig zu trennen.

Nachdem wir uns in groben Umrissen über die Physiologie des Bakterienleuchtens orientiert haben, wollen wir uns noch ein wenig mit den Eigenschaften des Bakterienlichtes befassen.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Obwohl man bei der Beurteilung der Farbe des Bakterienlichtes sehr vorsichtig sein muß und nur mit gut ausgeruhtem, an die Dunkelheit gewöhntem Auge die Beurteilung vornehmen darf, so besteht doch kein Zweifel, daß die Farbe des Lichtes verschiedener Leuchtbakterien verschieden ist. Selbst ein und dieselbe Bakterienart leuchtet, unter wechselnden Ernährungsbedingungen gezüchtet, verschieden. Die beste Beurteilung gestattet eine Beobachtung im Halbdunkel. Unser Photobakterium strahlt ein milchweißes, bläulichgrün schimmerndes Licht aus. Die Leuchtkraft desselben ist so groß, daß man beispielsweise mit einer jungen, in Erlenmeyerkölbchen von 100 *cc* gezüchteten Fischfleischwasserkultur unmittelbar nach dem Aufschütteln die Zeit von einer Taschenuhr im Stockdunkeln ablesen kann. Auch Thermometerskalen lassen sich so ablesen, ohne befürchten zu müssen, einen Ablesefehler durch die strahlende Wärme der Lichtquelle herbeizuführen.

Das Licht der Photobakterien hat ein kontinuierliches Spektrum und sein sichtbarer Bereich bei subjektiver Beobachtung reicht etwa von 570—450 $\mu\mu$ Wellenlänge, wie Molisch für das äußerst intensiv leuchtende Bacterium phosphoreum Molisch beobachtet hat. Jedenfalls werden noch kurzwelligere und langwelligere Strahlen im Spektrum des Bakterienlichtes gefunden werden, wenn an Stelle der subjektiven Beobachtung mit dem verhältnismäßig wenig empfindlichen Auge die objektive Untersuchung mit dem Spektrographen tritt. Spektrophotogramme vom Bakterienlicht sind bisher aber noch nicht veröffentlicht worden. Daß in dem Bakterienlichte in großer Menge blaue Strahlen vorhanden sind, geht aus folgendem einfachen Versuch hervor: Wir belegen in einem photographischen Kopierrahmen eine gewöhnliche Bromsilber-Trockenplatte mit schwarzen, undurchsichtigen Papierstücken teilweise, sodaß einige Stellen der empfindlichen Platte vor dem Lichtzutritt geschützt sind. Dann schließen wir den Kopierrahmen und setzen die Platte dem Lichte einer Literkultur von Photobacterium *a* durch wenige Sekunden in einem Abstande von 10—15 *cm* aus. Hierauf entwickeln wir die Platte in der üblichen Weise. Dabei zeigt sich, daß die vom Bakterien-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



licht getroffenen Stellen der Platte sich sehr rasch intensiv schwärzen, während die abgedeckten Plattenteile glasklar bleiben. Die für gelbe und grüne Strahlen nur sehr wenig empfindliche, gewöhnliche photographische Platte erweist sich gegenüber dem Bakterienlicht als sehr lichtempfindlich, woraus wir schließen dürfen oder besser müssen, daß in diesem Lichte sehr viele kurzwellige Strahlen (blau, violett) vorhanden sein müssen. Die gewöhnlichen photographischen Platten sind ausschließlich für diese kurzwelligen Strahlen hochempfindlich.

Strichkulturen unserer Bakterienart können auch im eigenen Licht in verhältnismäßig kurzer Zeit photographiert werden. Dabei zeichnen sich auch die Gefäßwände mit großer Deutlichkeit ab, wenn man etwa eine halbe Stunde in der Dunkelkammer belichtet. Auch die kleinen Einzelkolonien von einem Plattenguß lassen sich so sehr schön zur Darstellung bringen. Sind daneben noch Kolonien von anderen, nicht leuchtenden Bakterien vorhanden, so werden diese weniger dunkel mit abgebildet, wie es an den Projektionsbildern mit großer Deutlichkeit zu sehen ist.

Zur Beleuchtung bei Photographie anderer Gegenstände wurden Massenkulturen ebenfalls von Molisch mit Erfolg verwendet. Allerdings sind die Belichtungszeiten in diesem Falle enorm lange.

Das Bakterienlicht ist auch physiologisch wirksam, wie aus den zahlreichen Versuchen von Molisch hervorgeht. Es löst bei besonders lichtempfindlichen Keimlingen einen Heliotropismus aus. Man verwendet zu diesen Versuchen 2—5 *cm* lange Keimlinge von der Erbse, Wicke oder Linse. Bei unserer Versuchsanstellung wurden Linsen in einem feuchten, vollständig dunklem Keimbette zum Keimen gebracht und dann in einer Entfernung von 3 *cm* eine gut leuchtende Strichkultur von Photobacterium *a* aufgestellt. Innerhalb von 24 Stunden haben sich sämtliche Keimlinge horizontal gegen die Lichtquelle hin eingestellt. Ein Ergrünen der Linsenkeimlinge konnte aber selbst nach sehr langer Einwirkungsdauer des Bakterienlichtes nicht wahrgenommen werden, was auch schon Molisch für seine Untersuchungen in dieser Hinsicht angibt.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Von verschiedenen Seiten wurden auch Versuche unternommen, die Leuchtbakterien in Massenkulturen zur Beleuchtung praktisch zu verwenden, ohne daß diese „Bakterienlampen" bisher eine größere Anwendung fanden. Selbst in zahlreichen großen Kolben gezüchtete Leuchtbakterienkulturen strahlen zu wenig Licht aus, um auch nur kleine Räume mäßig zu erhellen. Sechs, soeben aufgeschüttelte Fischfleischwasserkulturen in Doppelliterkolben vermögen den Vorlesungstisch nur schwach zu erleuchten. Man sieht zwar am Tische alle weißen und lichten Gegenstände in ihren Umrissen und Personen in 1—2 *m* Entfernung. Einzelheiten sind aber nur in der unmittelbarsten Nähe dieser Lampen zu erkennen.

Es lassen sich damit allerdings einige hübsche Schaustücke im Dunkeln vorführen, wie z. B. kleine Leuchtfontänen. Der Versuch ist sehr einfach. Unter dem Drucke einer Pumpe lassen wir flüssige Kulturen unseres Photobakteriums durch eine fein ausgezogene Glasröhre ausspritzen. Ein helleuchtender Strahl geht in die Höhe und löst sich in feinste Tröpfchen auf, die alle aufblitzen. Überall, wo ein Spritzer hinfällt, leuchtet der Boden auf. Immerhin machen solche Bakterien-Leuchtspringbrunnen auf den Beschauer einen eigenartigen, zauberhaften Eindruck.

## 10. Versammlung am 4. Dezember 1909.

Herr Professor Dr. R. Stummer v. Traunfels sprach:

### Über die phylogenetische Entwicklung der schalleitenden Apparate am Gehörorgan der Wirbeltiere.[1]

Wenn wir es unternehmen wollen, das „Gehörorgan" der Wirbeltiere mit ähnlich gebauten Apparaten der Wirbellosen zu vergleichen, so werden wir wohl in erster Linie jener Organe gedenken müssen, welche man bei diesen als Statozysten bezeichnet. Ohne auf ihren Bau im besonderen eingehen zu wollen, sei nur daran erinnert, daß diese Organe im allgemeinen kleine Säckchen darstellen, welche in ihrem Innern von einem Sinnesepithel ausgekleidet werden und außerdem ent-

[1] Hiezu eine Tafel.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



weder einen oder mehrere Statolithen, rundliche oder eckige aus fester Substanz bestehende Körperchen enthalten. Diese Statolithen wechseln infolge ihrer relativen Schwere bei jeder Lageveränderung des Tieres ihren Platz innerhalb des Säckchens und drücken so auf verschiedene Bezirke des Sinnesepithels, dessen perzeptorische Zellen dadurch gereizt werden und damit dem Individuum die Veränderungen seiner Körperlage zur Wahrnehmung bringen. Es können auf diese Weise dem Tiere vielleicht auch Erschütterungen des Mediums, in welchem es lebt, oder starke Schallwellen im Wege von Reizen, die durch entsprechende Schwingungen des Statolithen ausgelöst werden, zum Bewußtsein gelangen.

Nach ganz ähnlichen Prinzipien wie die statischen Organe der Wirbellosen ist auch der perzeptorische Teil des Gehörorgans der Wirbeltiere, das sogenannte häutige Labyrinth in seiner einfachsten Form gebaut. In dieser stellt es ein primär von dem embryonalen Hautsinnesblatt abgeschnürtes, sich späterhin aber in komplizierter Weise ausgestaltendes Säckchen dar, welches von einer lymphoiden, stets auch verschiedenartige Konkremente einschließenden Flüssigkeit, der Endolymphe, prall erfüllt wird. An seiner Innenseite sind die perzeptorischen Endapparate des achten Gehirnnerven (N. acusticus) in Form von verschieden verteilten Nervenendstellen angeordnet, welche als lokalisierte im allgemeinen aber gleichartig gebaute Bezirke eines ursprünglich den gesamten Innenraum des Labyrinthsäckchens auskleidenden Sinnesepithels angesprochen werden müssen.

Auf dieser einfachen, bei den niederen Vertebraten, den Fischen, erreichten Ausbildungsstufe fungiert das häutige Labyrinth so wie die Statozyste der Wirbellosen hauptsächlich als ein zur Orientierung im Raume dienendes Organ. Mit dem Übergange der Vertebraten von der Kiemen- zur Lungenatmung schlägt jedoch ein bestimmter Abschnitt des häutigen Labyrinths eine eigene Entwicklungsrichtung ein, dadurch daß sich in ihm eine ausschließlich der Tonperzeption dienende akustische Nervenendstelle zu sondern beginnt, womit für das Gehörorgan die Fähigkeit auch Töne, Klänge und Klangfarben wahrnehmen zu können angebahnt erscheint.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


Der Grad, bis zu welchem diese „Hörfunktion" bei den einzelnen Wirbeltierklassen entwickelt ist, hängt von der Ausbildungsstufe der genannten Nervenendstelle ab. Bei den Fischen ist eine solche von den übrigen Endstellen des Nervus acusticus noch nicht differenziert. Man wird daher annehmen dürfen, daß die Vertreter dieser Klasse wohl Erschütterungen des Wassers, im besten Falle auch noch Geräusche, keineswegs aber Töne oder Klänge wahrzunehmen vermögen. — Bei den Urodelen (geschwänzte Amphibien) machen sich bereits die ersten Andeutungen einer lediglich tonperzeptorischen Nervenendstelle (Papilla basilaris) bemerkbar. Die Anuren (ungeschwänzte Amphibien) zeigen diesbezüglich einen weiteren Fortschritt, da hier die akustische Endstelle innerhalb eines besonderen akustischen Divertikels (Pars basilaris) des häutigen Labyrinths zu liegen kommt. Dieselbe Einrichtung besteht auch bei den Amnioten (Reptilien, Vögel, Säuger), und zwar in einer mit der höheren systematischen Stellung der einzelnen Klassen steigenden Fortbildung. Während diesbezüglich die Schildkröten, Schlangen und Eidechsen neben mannigfachen Anschlüssen an die einfacheren bei den Amphibien bestehenden Verhältnisse schon Übergänge zu den höheren Entwicklungsstufen aufweisen, welche wir bei den Krokodilen und Vögeln antreffen, erreicht der akustische Divertikel des häutigen Labyrinths sowie die in ihm eingeschlossene tonperzeptorische Nervenendstelle bei den Säugetieren den höchsten Grad der Vervollkommnung. Hier zeigt er sich als ein sehr verlängertes ungefähr dreikantig gedrücktes Rohr, das in schneckenförmig übereinander getürmte Windungen gelegt ist (Canalis cochlearis) und nur durch einen engen Verbindungsgang mit den restlichen Labyrinthteilen zusammenhängt. An der Innenseite der breitesten Fläche des Canalis cochlearis liegt die akustische Nervenendstelle (Cortisches Organ), die sich durch Größe und Kompliziertheit ihres feineren Baues vor allen anderen Endstellen des Labyrinths auszeichnet.

Bei allen Wirbeltieren wird das häutige Labyrinth von einer schützenden skeletösen Hülle umschlossen, welche man als skeletöses Labyrinth bezeichnet. Dieses entsteht als

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



ein integrierender Teil des primordialen Schädelskeletts, und zwar in Form einer zuerst häutigen, später aber verknorpelnden oder auch verknöchernden Kapsel, welche das häutige Labyrinth umschließt, wobei zwischen beiden ein mit lymphoider Flüssigkeit (Perilymphe) erfüllter Lymphraum eingeschaltet ist. Durch Bindegewebsbrücken und Blutgefäße, welche diesen Lymphraum durchsetzen, erscheint das häutige Labyrinth innerhalb der Höhlung des skeletösen Labyrinths fixiert. In vielen Fällen trägt auch eine partielle Aneinanderlagerung der beiderseitigen Labyrinthwandungen zu dieser Fixation bei. Da das skeletöse Labyrinth in seiner phylogenetischen Entwicklung mit jener des häutigen Labyrinths gleichen Schritt hält, so entspricht die Skulptur seiner Innenfläche genau der Form, welche das letztere auf einer bestimmten Ausbildungsstufe erreicht. So erscheint beispielsweise am skeletösen Labyrinth der Säuger gleichfalls eine schneckenförmige aber knöcherne Cochlea ausgebildet, innerhalb deren Windungen der Canalis cochlearis des häutigen Labyrinths verläuft.

Das skeletöse Labyrinth ist, wie schon erwähnt, ein Schutzapparat für die in seinem Innern gelegenen zarten und leicht verletzlichen Teile. Außerdem dient es auch der Schallleitung, da alle Schallwellen, die auf seine Wandung treffen, durch diese auf die Perilymphe, weiterhin auf die Wand des häutigen Labyrinths und schließlich auf die Endolymphe übertragen werden. Die Schwingungen, in welche diese gerät, werden dann von den Sinneszellen der akustischen Nervenendstelle als Reiz perzipiert. (Labyrinthleitung!) — Diejenige Form der Labyrinthleitung, bei welcher die Schallübertragung nicht an einen gesonderten Bezirk der skeletösen Labyrinthwand gebunden erscheint, ist jedenfalls die ursprünglichste. Wir wollen sie als diffuse Labyrinthleitung bezeichnen, da bei ihr die Schallwellen, welche von außen auf die Labyrinthwand auftreffen, von dieser nicht in einer bestimmten Richtung sondern in mehr diffuser Weise auf die Perilymphe weitergeleitet werden. Deshalb eignet sich diese Leitungsform nur für die Übermittlung gröberer Schwingungen, wie solche etwa von Erschütterungen des Wassers ausgehen. Sie findet sich dementsprechend vornehmlich bei

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



kiemenatmenden Wirbeltieren, wie bei den Fischen, ebenso auch noch bei den, wenn nicht ausschließlich so doch intermittierend im Wasser lebenden Amphibien. — Im Anschlusse an den Erwerb der Lungenatmung und die Ausbildung einer besonderen akustischen Nervenendstelle hat sich bei den höheren Vertebraten (Amphibien, Amnioten) neben der hier funktionell abnehmenden diffusen Labyrinthleitung noch eine lokalisierte Labyrinthleitung entwickelt, welche ausschließlich zur Übertragung jener Schallwellen dient, die durch die Luft an die Schädeloberfläche gelangen. Bei der lokalisierten Labyrinthleitung erscheint die skeletöse Labyrinthwand in einem bestimmten, der akustischen Nervenendstelle benachbarten Bezirke fensterartig durchbrochen. In die dadurch entstandene Öffnung (Fenestra vestibuli seu ovalis) ist eine Verschlußplatte (Operkularplatte) beweglich eingelassen und zwar derart, daß ihre gegen die akustische Nervenendstelle gerichteten Schwingungen von jenen der übrigen Labyrinthwand isoliert sind. Die Operkularplatte findet sich an dem skeletösen Labyrinthe aller Wirbeltiere, welche eine lokalisierte Labyrinthleitung besitzen; sie tritt jedoch nur selten (bei einigen urodelen Amphibien) als selbständiges Gebilde auf, sondern steht zumeist in kontinuierlichem Zusammenhang mit anderen schalleitenden Skelettelementen, die sich, wie später noch näher ausgeführt werden soll, aus Teilen des Zungenbeinskeletts entwickelt haben. Wenn man von der bisher kaum bestrittenen Voraussetzung ausgeht, daß die Fenestrae vestibuli bei den Amphibien und den Amnioten homologe Bildungen sind, so wird man auch für die Operkularplatten, welche diese Öffnungen verschließen, die gleiche Annahme gelten lassen müssen. Mit dieser Auffassung scheint nur die Tatsache im Widerspruch, daß sich die Operkularplatte bei den Amphibien ontogonetisch als Diffferenzierung der skeletösen Labyrinthwand, bei den Amnioten hingegen aus einem Gewebsstrange entwickelt, aus welchem auch das Zungenbeinskelett und dessen Derivate hervorgehen. Diese Verschiedenheit läßt sich wohl damit erklären, daß bei den Amnioten die ontogenetische Entwicklung der Operkularplatte cenogenetisch abgeändert sein dürfte. In phylogenetischer Hinsicht hätten wir also die Operkularplatte als

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



eine Differenzierung der skeletösen Labyrinthwand aufzufassen, die in der Weise zustande gekommen sein mag, daß sich an dieser ein der akustischen Nervenendstelle benachbarter Bezirk unter Bildung der Fenestra vestibuli durch Kontinuitätslösung von den übrigen Wandteilen unabhängig gemacht hat.

Diffuse und lokalisierte Labyrinthleitung schließen einander nicht aus. So halten sich bei den Amphibien, welche als Larven durch Kiemen als erwachsene Individuen hingegen vorwiegend durch Lungen atmen, beide Leitungsarten funktionell noch die Wage, wobei die erste innerhalb des Wassers, die zweite während des Aufenthaltes an der Luft zur Verwendung kommt. Bei den ausschließlich durch Lungen atmenden und in der überwiegenden Mehrzahl terrestrisch lebenden Amnioten prävaliert die lokalisierte Labyrinthleitung allerdings fast völlig über die diffuse. Diese dürfte nur bei den sekundär an das Wasserleben angepaßten Formen eine bedeutendere Rolle spielen, bei den terrestrisch lebenden tritt sie nur gelegentlich oder ausnahmsweise als sogenannte Knochenleitung in Funktion.

Die Vorherrschaft der lokalisierten Labyrinthleitung konnte bei den Amnioten nur durch eine entsprechende Ausgestaltung der schallzuführenden Einrichtungen ermöglicht werden. Die höhere Organisationsstufe, auf welche die Vertebraten durch den Erwerb der Lungenatmung gerückt wurden, bedingte eine korrelative Entwicklung ihrer nervösen Zentralorgane und damit auch eine Vergrößerung der Schädelkapazität. Diese erscheint bei den Amnioten durch eine entsprechende Fortbildung des schon bei den Fischen und den Amphibien bestehenden sekundären Schädelskeletts bewerkstelligt, indem hier die sekundären Schädelknochen das knorpelige und dorsal nicht geschlossene primäre Schädelskelett von oben und von beiden Seiten her in weitem Bogen überspannen, sodaß damit die primäre Schädelhöhle um einen neuen ganz bedeutenden Dorsalabschnitt erweitert wird. Infolge dieser Überlagerung des primären Schädelskeletts erscheint auch das diesem angeschlossene skeletöse Labyrinth nicht mehr so oberflächlich gelegen wie bei den Fischen und Amphibien, sondern tiefer unter die Körper-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


oberfläche gerückt; (vergl. Fig. IV, V, VIII, IX, X: *a* Labyrinth, sekundäre Schädelknochen punktiert.) Mit dieser passiven Einsenkung des Labyrinths mußte auch die Ausgestaltung einer schalleitenden Verbindung zwischen der Operkularplatte und der Schädeloberfläche Hand in Hand gehen. Bei dieser Einrichtung kam es jedoch nicht zu ausgedehnten Neubildungen, sondern die phylogenetische Entwicklung der betreffenden Teile knüpfte an schon bei den Fischen bestehende Verhältnisse an. Es wurden zur Bildung dieser schalleitenden Apparate im allgemeinen nur bestimmte Abschnitte des Kiefer- und Kiemenskeletts herangezogen, die teils infolge des Verlustes der Kiemenatmung, teils im weiteren Anschluß an die Vervollkommnung des sekundären Schädelskeletts andere Verwendung finden konnten. (Viscerale Leitung.)

Da in den folgenden Auseinandersetzungen stets auf diese Abschnitte zurückgegriffen werden muß, so erscheint es vorteilhaft, zuerst einen Blick auf die topographischen Verhältnisse des Visceralskeletts der niederen Fische und weiterhin auf die uns interessierenden Veränderungen zu werfen, welche dieses bei den höheren Wirbeltieren im Anschlusse an den Erwerb der Lungenatmung erfahren hat.

An dem in Fig. VII. im Profile dargestellten Kopfskelett eines Hais fallen vor allem die beiden mächtigen bezahnten Skelettstücke des Mandibularbogens (Kieferbogens) auf, von welchen das obere als Palatoquadratum das untere als Meckelscher Knorpel unterschieden wird. Diese zwei Stücke bilden das primäre Kieferskelett und stehen durch ein Gelenk, das primäre Kiefergelenk, in Verbindung. Ihre Gelenksabschnitte werden am Palatoquadratum als Quadratteil (schlechtweg auch als Quadratum) am Meckelschen Knorpel als Artikularteil (schlechtweg auch als Artikulare) bezeichnet; (Fig. VII: *i*, *j*.) Hinter dem Mandibularbogen folgt der Hyalbogen (Zungenbeinbogen), der bei den Fischen zum Teil im Dienste der Kiemenatmung steht, zum Teile aber auch als Träger des Kiefer- und des Zungenbeinskeletts fungiert. Er erscheint in eine Reihe einzelner Skelettstücke gegliedert, von welchen das dorsalste das bedeutendste ist. Dieses als Hyomandibulare bezeichnete

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Stück (Fig. I, VII: *l*) inseriert mit seinem Dorsalende an der Schädelbasis, und zwar in unmittelbarer Nähe des skeletösen Labyrinths (Fig. I, VII: *a*), an seinem ventralen Ende artikuliert es in der Regel mit der restlichen Hälfte des Hyalbogens, dem sogenannten Hyoid; (Fig. I, VII: *k*). In den meisten Fällen steht es außerdem noch mit dem Quadratum durch ein derbes Ligament in Verbindung und bildet demnach den Suspensorialapparat des Mandibularbogens, der im übrigen bei den meisten Fischen nur noch vorne durch eine unmittelbare Bandverbindung mit dem Schädel zusammenhängt. Hinter dem Hyalbogen folgt die Reihe der (5—7) Branchialbögen (Kiemenbögen), zwischen welchen vom Kiemendarme her die Kiemenspalten nach außen hin durchbrechen. Die vorderste von diesen kommt zwischen dem ersten Branchialbogen und dem Hyalbogen zu liegen. Bei den Haien und noch einigen niederen Fischen verläuft auch zwischen dem letzten und dem Mandibularbogen eine rudimentäre Kiemenspalte, der sogenannte Spritzlochkanal, der sich durch einen kleinen hinter dem Auge gelegenen Schlitz, das Spirakulum, nach außen öffnet. (Fig. I: *e*.)

Während bei den Haien und den ihnen näher verwandten Fischen nur das primäre Kieferskelett zur Ausbildung und Funktion gelangt, zeigen sich an diesem schon bei den höheren Fischen (Knochenfischen) und von da ab in der ganzen aufsteigenden Reihe der Wirbeltiere die vorderen Abschnitte in progressiver Rückbildung. Diese wird dadurch eingeleitet, daß sich im Anschlusse an das Auftreten eines sekundären Schädelskeletts auch ein aus Deckknochen bestehendes sekundäres Kieferskelett entwickelt, das die vorderen Abschnitte des primären Kieferskeletts bei den niederen Vertebraten im allgemeinen nur funktionell, bei den höheren aber auch morphologisch ersetzt. Am Ende dieses Reduktionsvorganges, welcher sich in der phylogenetischen Entwicklung der Wirbeltiere am Palatoquadratum rascher vollzog als am Meckelschen Knorpel, bleiben von jenem nur das Quadratum, von diesem nur das Artikulare erhalten. Mit dem Erwerbe der Lungenatmung mußte bei den höheren Vertebraten von den Amphibien angefangen auch der Hyal-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


bogen korrelativen Funktions- und Formänderungen unterliegen. Indem sich sein Hyoidabschnitt selbständig machte, wurde dieser zum vordersten Pfeiler oder Träger des Zungenskeletts. Sein Hyomandibularabschnitt hingegen tritt unter Reduktion seiner relativen Größe in enge Verbindung mit der Ohrkapsel (skeletöses Labyrinth), zu welcher er schon bei den Fischen nahe Lagebeziehungen besitzt.

Nach dieser orientierenden Übersicht wollen wir uns nun zur näheren Betrachtung der Veränderungen wenden, welche die oben geschilderten Abschnitte des Visceralskeletts der Fische bei den durch Lungen atmenden Vertebraten erfahren haben.

Bei den Amphibien ist die Rückbildung des primären Kieferskeletts so weit vorgeschritten, daß der Quadratabschnitt des Palatoquadratums als ein mehr oder weniger selbständiges Skelettstück (Quadratum) auftritt, das infolge von Reduktion oder Umbildung des Hyomandibulares unmittelbaren Anschluß an den Schädel gewonnen hat; (Fig. II, III: *i*). Ventralseitig zeigt das Quadratum eine Gelenksfläche, in welcher der hauptsächlich aus sekundären Deckknochen aufgebaute Unterkiefer vermittels eines aus dem Artikulare des Meckelschen Knorpels hervorgegangenen Gelenkskopfes eingelenkt ist; (Fig. II, III: *j*). Die Amphibien besitzen ein primäres Kiefergelenk das so wie bei den Fischen auch als solches funktioniert; (Fig. II, III: *). — Vom Hyalbogen ist jener Abschnitt, welcher bei den Fischen durch das Hyomandibulare repräsentiert wird, anscheinend völlig verschwunden. Wenn wir aber den schalleitenden Apparat der Amphibien einer näheren Untersuchung unterziehen, so können wir doch einige Anhaltspunkte für den Verbleib dieses Skelettstücks gewinnen. So sehen wir, daß die Operkularplatte (Fig. II, III: *m*) der meisten Amphibien in einen nach außen ragenden Stiel (Stilus) ausläuft, (Fig. II, III: *n*), der mit ihr in kontinuierlichem Zusammenhange steht. Operkularplatte und Stilus stellen also morphologisch ein einheitliches Gebilde dar, das als Columella auris bezeichnet wird. Obwohl sich nun der Stilus ontogenetisch im Anschlusse an die Operkularplatte entwickelt und obwohl bisher durchaus keine genetischen Beziehungen

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



zwischen ihm und dem Hyalbogen beobachtet werden konnten, so muß man doch auf Grund verschiedener hier nicht näher erörterbaren Erwägungen und Befunde annehmen, daß er phylogenetisch auf das Hyomandibulare der Fische zurückzuführen ist. Seine Verbindung mit der Operkularplatte würde dieser Annahme gemäß als eine cenogenetische Anpassungserscheinung aufzufassen sein. So setzt sich denn die Columella auris, das „Gehörknöchelchen" der Amphibien wahrscheinlich aus einer labyrinthären und einer visceralen Leitungskomponente (Operkularplatte und Stilus) zusammen. — Hinsichtlich der Lage dieses schalleitenden Elements wäre hervorzuheben, daß es bei den Urodelen in der Kopfmuskulatur eingebettet ist und verschiedenartiger Weise (zumeist durch ein Ligament) mit dem Quadratum verbunden sein kann. Dadurch kommen die Beziehungen, welche das Hyomandibulare der Fische zum Quadratum besitzt, auch am Stilus der Urodelencolumella zum Ausdruck. Bei den Anuren (Fig. III) liegt die Columella frei im Inneren der sogenannten Paukenhöhle (*e*), die sich in der seitlichen Kopfregion von der skeletösen Labyrinthwand bis zu einem hinter dem Auge gelegenen und membranartig verdünnten Integumentbezirk, dem Trommelfell (*p*) hinzieht und vermittels eines Kanals, der Tuba Eustachii mit der Mundhöhle in Verbindung steht. Die Paukenhöhle ist phylogenetisch auf den Spritzlochkanal der niederen Fische zu beziehen. Das Trommelfell wird durch einen knorpeligen Ring, den Anulus tympanicus (*h*) in Spannung erhalten, der sich aus einem verlagerten Teile des larvalen Palatoquadratums entwickelt. An das Trommelfell ist das seitliche Ende der Columella auris mit zwei Fortsätzen befestigt. Die ganze Einrichtung ermöglicht eine isolierte und in kürzester Richtung zum Labyrinthe sich vollziehende Weiterleitung der durch das Trommelfell aufgenommenen Schallschwingungen.

Bei den Sauropsiden (Reptilien, Vögel) (Fig. IV) ist das Quadratum (*i*) in ganz ähnlicher Weise gelagert wie bei den Amphibien, zeigt jedoch insoferne eine größere Selbständigkeit als bei diesen, da es auch in gelenkiger Verbindung mit dem Schädel angetroffen werden kann. Eine weitere Übereinstimmung zwischen den genannten Wirbeltiergruppen

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


besteht darin, daß die primäre Gelenksverbindung des Quadratums mit dem Artikulare auch bei den Sauropsiden als Kiefergelenk fungiert. Ebenso erinnert der Umstand, daß das Quadratum bei sehr vielen Reptilien zur teilweisen Umwandung der Paukenhöhle Verwendung findet, an die Verhältnisse, welche bei den Anuren hinsichtlich der Lage des Anulus tympanicus bestehen. Wichtige Verschiedenheiten ergeben sich jedoch bei den verglichenen Vertebratengruppen in Bezug auf die Ausdehnung der Paukenhöhle und die Zusammensetzung des schalleitenden Apparates: Infolge des Ausbaues des sekundären Schädelskeletts kommt das skeletöse Labyrinth bei den Sauropsiden nicht mehr so oberflächlich am Schädel zu liegen wie bei den Amphibien und es erscheint deshalb auch ihre Paukenhöhle gegenüber jener der letzten nach der Seite hin um ein relativ bedeutendes Stück verlängert. Aus diesem Grunde nehmen die Trommelfelle der Sauropsiden und der Amphibien nicht eine identische Lage ein und können daher auch nicht als homologe, sondern nur als Parallelbildungen aufgefaßt werden. Übrigens finden sich bei einigen Sauropsiden schon Andeutungen eines äußeren Gehörgangs, indem bei ihnen das Trommelfell nicht mehr in der Ebene der Hautoberfläche gelegen ist wie bei den Anuren, sondern etwas in die Tiefe gerückt erscheint. So entsteht ein allerdings sehr kurzer von einer Fortsetzung des Integuments ausgekleideter Kanal, durch den die Schallwellen zum Trommelfell geleitet werden; (äußerer Gehörgang). Die nach außen führende Öffnung dieses Kanals kann bei einigen Sauropsiden (Krokodile, manche Vögel) von einer Hautduplikatur überlagert werden, die als Anfangsbildung einer Ohrmuschel aufzufassen ist. — Innerhalb der Paukenhöhle liegt zwischen dem Trommelfell (*p*) einer- und dem Labyrinthe (*a*) andererseits die Columella ($m+n+o$). Dieses schalleitende Element kann entweder als einheitliches Stück auftreten oder aus zwei durch ein Gelenk miteinander verbundenen Teilen bestehen. Im letzten Falle bezeichnet man das labyrinthseitig gelegene Glied als Stapes ($m+n$), das an dem Trommelfell inserierende als Extracolumella (*o*). Ontogenetisch entsteht sowohl Stapes als auch Extracolu-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



mella aus einer Abgliederung des Dorsalabschnittes der Hyalbogenanlage. Phylogenetisch jedoch sind die beiden Stücke in folgender Weise aufzufassen: Der Stapes ist zweifellos der Columella auris der Amphibien homolog. Er entspricht daher der Operkularplatte plus dem mit dieser kontinuierlich verbundenen Stilus (Hyomandibulare, *n*). Zu diesen von den amphibienähnlichen Vorfahren übernommenen Stücken ist bei den Sauropsiden im Anschluß an den Ausbau des sekundären Schädelskeletts und der dadurch bedingten Vergrößerung der Paukenhöhle noch die Extracolumella als weiteres Glied gekommen. Sie entspricht also einer Abgliederung des obersten Hyoidabschnittes. Einen augenscheinlichen Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung bildet der schalleitende Apparat von Sphenodon: Bei diesem Reptil, das bis auf heute noch zahlreiche phylogenetisch alte Organisationsverhältnisse bewahrt hat, ist das obere Ende des Zungenbeinhorns, das ausschließlich aus dem Hyoid hervorgeht, kontinuierlich mit dem Ende der Extracolumella verbunden. — Die Sauropsidencolumella setzt sich also der obigen Auffassung gemäß aus einer labyrinthären und zwei visceralen Leitungskomponenten: Operkularplatte (*m*), Hyomandibulare (*n*) und proximaler Hyoidabschnitt (*o*) zusammen.

Während die Umbildung des Visceralskeletts bei den Sauropsiden im allgemeinen noch in jenen Bahnen verläuft, die schon bei den Amphibien eingeschlagen wurden, wird sie bei den Säugern hauptsächlich von der hier besonders starken Volumsentfaltung des Gehirns beherrscht. Es ist bereits früher hervorgehoben worden (pag. 5), daß die relative Größenzunahme des Amniotengehirns auch eine Vergrößerung der Schädelhöhle bedingt, die dadurch zustande kommt, daß das sekundäre Schädelskelett das primäre von oben und den Seiten her domartig überwächst. Schon bei den Sauropsiden zeigen sich mannigfache Ansätze nach dieser Richtung, das primäre Schädelskelett bleibt aber hier immerhin noch bestimmend für die Form des ausgebildeten Schädels. Bei den Säugern hingegen tritt das primäre Schädelskelett dem sekundären gegenüber vollständig in den Hintergrund: Im allgemeinen klein und unvollständig bildet es hier nun die Basis

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


des Schädels, während deren oberer und lateraler Umfang hauptsächlich von sekundären Deckknochen hergestellt wird. Dabei kommen in erster Linie das Labyrinth (Fig. V: *a*), ferner bestimmte zu schalleitenden Elementen umgebildete Abschnitte des Visceralskeletts (Fig. V: *n*, *i*, *j*) und schließlich zumeist auch die Paukenhöhle (Fig. V: *e*), also Teile und Räume, welche bei den Sauropsiden noch eine ziemlich periphere Lage am Kopfe einnehmen, in die Tiefe unter die Deckknochen des sekundären Schädelskeletts zu liegen; (in Fig. V. sind die Deckknochen durch Punktierung gekennzeichnet!). — Die Paukenhöhle der Säuger wird im einfachsten Falle von einer gegen das Labyrinth einspringenden Vertiefung am Schädelskelette gebildet, die nach der Seite hin durch eine häutige Wandung abgeschlossen ist. Dieser liegt von außen ein ringförmiger Deckknochen, das Tympanicum, frei an, der zur Ausspannung des Trommelfells dient. In weitaus zahlreicheren Fällen hingegen verschmilzt das Tympanicum (häufig unter blasiger Auftreibung) mit den benachbarten Deckknochen und gibt so eine knöcherne Außenwandung für die Paukenhöhle ab, zu deren Abschluß vielfach noch ein besonderes Os bullae verwendet werden kann; (ein solcher Fall ist in der Fig. V dargestellt). Infolge der tiefen Lage der Paukenhöhle liegt auch das Trommelfell (Fig. V: *p*) der Säuger viel tiefer unter der Kopfoberfläche als bei den Sauropsiden. Bei den ersten ist daher stets ein langer äußerer Gehörgang (Fig. V: *f*) ausgebildet, dessen Wandung von Knorpel gestützt und offen gehalten wird. In vielen Fällen kann die innerste Partie des Gehörganges auch knöchern umwandet sein, dadurch, daß sich das Tympanicum über das Trommelfell hinaus in Form einer knöchernen, den Gehörgang umschließenden Röhre verlängert. Die äußere Ohröffnung ist am Grunde einer verschiedenartig gestalteten Ohrmuschel gelegen, die bei unterirdisch oder im Wasser lebenden Arten rückgebildet sein kann. Die Ohrmuscheln sind äußerlich vom Integumente überzogen und werden innerlich von einem Knorpelgerüst gestützt, das ontogenetisch aus Teilen des Hyalbogens hervorgeht. Nach innen steht die Paukenhöhle durch eine ebenfalls von Knorpel umgebene Tuba Eustachii (Fig. V: *q*) mit dem Nasenrachen-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



raum (Fig. V: *d*) in Verbindung. — Innerhalb der Paukenhöhle liegen zwischen der Fenestra vestibuli einer- und dem Trommelfell andererseits drei kleine schalleitende Skelettelemente, die „Gehörknöchelchen", welche vom Labyrinthe an gezählt als Steigbügel (Stapes, Fig. V: *m*+*n*), Amboß (Incus, Fig. V: *i*) und Hammer (Malleus, Fig. V: *j*) bezeichnet werden. Der Stapes verschließt mit einer plattenförmigen Verbreiterung (Fig. V: *m*) die Fenestra vestibuli und steht durch ein Gelenk mit dem Amboß in Verbindung. Dieser artikuliert seinerseits mit dem Hammer, der vermittels eines verlängerten Fortsatzes, dem Hammerstiel, an das Trommelfell befestigt ist. Die eben erwähnten drei Gehörknöchelchen bilden eine schalleitende Kette, die infolge ihrer gelenkigen Gliederung als dreifacher Hebel wirkt und so auch sehr geringfügige Schwingungen des Trommelfelles auf die perilymphatische Flüssigkeit zu übertragen vermag. — Der Stapes entsteht ontogenetisch aus einer dorsalen Abgliederung der Hyalbogenanlage (Fig. VI: *n*) und ist mit der Columella auris der Amphibien und dem Stapes der Sauropsiden zu homologisieren. Seine die Fenestra vestibuli verschließende Endplatte wird daher der Operkularplatte, sein Körper dem Stilus der Amphibiencolumella, in weiterer Beziehung also dem Hyomandibulare der Fische entsprechen. Der Amboß bildet sich ontogenetisch als Differenzierung der Kieferbogenanlage an der seitlichen Zirkumferenz des skeletösen Labyrinths und ist von vorneherein mit der Stapesanlage durch eine Knorpelbrücke verbunden (Fig. VI: *i*), innerhalb welcher sich später ein Gelenk, das Stapes-Amboßgelenk entwickelt. Der Hammer bildet sich aus einer proximalen[1], dem Artikularabschnitt entsprechenden Abgliederung des Meckel'schen Knorpels (Fig. VI: *j*), der im übrigen in seinem mittleren Abschnitte rückgebildet wird, während sein Distalende[2] mit dem Deckknochen des sekundären Unterkiefers verschmilzt. Der Hammer liegt von Anfang an der Amboßanlage enge an und zwischen beiden bildet sich später das sattelförmige Hammer-Amboßgelenk aus (Fig. VI: *). Da es keinem Zweifel unterliegen kann, daß der Hammer dem Artikulare

[1] „Proximal" = nahe der Körperachse gelegen.

[2] „Distal" = entfernt von der Körperachse gelegen.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


der unter den Säugern stehenden Wirbeltiere homolog ist, so muß man folgerichtig den Amboß für das Quadratum, das Hammer-Amboßgelenk für das primäre Kiefergelenk ansprechen. In der Artikulation zwischen Amboß und Stapes erscheint dann die Verbindung, welche am Visceralskelett der Fische zwischen dem Quadratabschnitt des Palatoquadratums und dem Hyomandibulare besteht, wieder zum Ausdruck gebracht. — Der schallleitende Apparat der Säuger geht demgemäß aus einer labyrinthären und drei visceralen Leitungskomponenten hervor: Operkularplatte (Fußplatte des Stapes, (Fig. V: *m*), Hyomandibulare (Körper des Stapes, Fig. V: *n*), Quadratum (Amboß, Fig. V: *i*), Artikulare (Hammer, Fig. V: *j*). Hinsichtlich seiner Zusammensetzung läßt er sich jedoch nicht unmittelbar an den schalleitenden Apparat der Sauropsiden anschließen, da ihm ein der Extracolumella dieser Gruppe entsprechendes Glied fehlt. Der Proximalabschnitt des Hyoids, aus welchem bei den Sauropsiden die Extracolumella hervorgeht, findet bei den Säugern eine andere Verwendung. Er geht eine selbständige Verbindung mit der skeletösen Labyrinthwand ein und bildet so beim Menschen den Processus styloideus (Fig. VI: *o*).

Nach den obigen Ausführungen ersehen wir also, daß bei den Säugern das Quadratum, das Artikulare sowie das primäre Kiefergelenk in die Paukenhöhle und unter die Knochendecke des sekundären Schädelskeletts gerückt sind. Das primäre Kiefergelenk ist zu einer Artikulation (Hammer-Amboßgelenk) innerhalb des schalleitenden Apparates geworden und hat damit jede funktionelle Beziehung zu den definitiven Kiefern verloren. Diese erscheinen lediglich aus Deckknochen geformt, von welchen mehrere mit dem Schädel in innige Verbindung treten und den Oberkiefer darstellen, während der Unterkiefer aus einem einzigen großen Deckknochen, dem Dentale, gebildet wird (Fig. V: *r*). Zwischen dem Proximalende des Dentales und einem der Paukenhöhle vorgelagerten Deckknochen des Schädelskeletts, dem Squamosum (Fig. V: *s*), entwickelt sich eine Gelenksfläche, in welcher der Unterkiefer artikuliert. Dieses, eine Neuerwerbung darstellende Gelenk wird als sekundäres Kiefergelenk (Fig. V: **) bezeichnet. Durch den Besitz eines solchen sind die Säuger vor allen

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



anderen Vertebraten charakterisiert, ein Unterschied, der um so gewichtiger erscheint, als wir derzeit weder rezente noch fossile Übergangsformen kennen, die in dieser Hinsicht zwischen Säugern und Nichtsäugern vermitteln würden. Dieser Umstand ist vielfach benützt worden, um gegen die in den obigen Ausführungen adoptierte Homologisierung des Amboß mit dem Quadratum und damit auch gegen die Nichthomologie des Kiefergelenkes der Säuger und jenes der Nichtsäuger Einwand zu erheben. Ja man hat es aus physiologischen Rücksichten für ganz ausgeschlossen erklärt, daß „bei einem lebenden Organismus, der kauen und hören mußte und ein Quadrato-Artikulargelenk hatte, eben dieses Quadratum und Artikulare in die Trommelhöhle schlüpfte, sich mit dem Stapes verband, neue Beziehungen zum Trommelfell gewann, während inzwischen ein neues Kiefergelenk entstand" (Max Weber: Die Säugetiere, Jena 1904, pag. 76). Ich halte diese Meinung für nicht ganz berechtigt: Es ist ja doch denkbar, daß eine derartige Umformung — allerdings nicht während des Lebens einzelner Individuen und auch nicht im Verlaufe von Generationen — wohl aber innerhalb sehr langer phylogenetischer Entwicklungsperioden zustande gekommen sein kann. Man braucht sich bloß vorzustellen, daß sich neben dem funktionierenden Quadrato-Artikulargelenk eines reptilienähnlichen Vorfahren der Säuger (Fig. VIII: *) aus den Deckknochen des sekundären Schädel- und Unterkieferskeletts (Fig. VIII, IX: $s + t$, $r$) eine Nebenartikulation (Fig. IX: **) entwickelt, welche das primäre Kiefergelenk sukzessive funktionell entlastet (Fig. IX) und schließlich völlig ersetzt (Fig. X). In der Periode der Entlastung vermag das Quadratum proximal einen Anschluß an den Stapes zu gewinnen und so Beziehungen zu erneuern, die ihm ja nicht fremd sind, da auch bei den rezenten Amphibien zwischen der Columella auris (die ja dem Stapes homolog ist) und dem Quadratum verschiedenartige, sogar gelenkige Verbindungen vorkommen. In der Periode des Ersatzes kann das Artikulare unter Beibehaltung seiner Gelenksverbindung mit dem Quadratum diesem folgen und ebenfalls in die Labyrinthgegend rücken (Fig. X). — Da die ganze Organisation der Säuger darauf hinweist, daß diese sich aus reptilienähnlichen Vorfahren entwickelt haben, da ferner der Amboß der Säuger an den

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at


Stapes anschließt, der, wie schon früher erwähnt, nicht der ganzen Reptiliencolumella, sondern nur ihrem proximalen Gliede, dem Sauropsidenstapes homolog ist, so muß man annehmen, daß die Umformung des Quadratum zum Amboß schon in einer sehr frühen phylogenetischen Entwicklungsperiode des Reptilienstammes, also vielleicht bei Urreptilien eingetreten ist, welche noch keine Extracolumella und noch dieselben Verhältnisse des schalleitenden Apparates besaßen, wie die Amphibien. Man wird weiters annehmen müssen, daß mit der Abrückung des Artikulares vom sekundären Unterkiefer auch eine Neubildung des Säugertrommelfelles stattgefunden hat. Es wäre sonst tatsächlich nicht leicht einzusehen, wie sich bei bereits vorhandenem Trommelfell neue Glieder in die Kette des schalleitenden Apparates hätten einschieben können, ohne daß dessen Funktion eine Unterbrechung erlitten hätte. Die Urreptilien, aus welchen sich die Säuger entwickelt haben dürften, besaßen wahrscheinlich überhaupt kein Trommelfell. Ihr schalleitender Apparat stand daher vermutlich auf jener primitiven Entwicklungsstufe, welche er noch bei den rezenten Urodelen einnimmt. Im Hinblick auf diese Erwägungen können wir also die Trommelfelle der Anuren, der Sauropsiden und der Säuger nicht als homologe, sondern nur als analoge Bildungen auffassen.

Die schalleitenden Einrichtungen am Gehörorgan stehen bei den Säugern auf der höchsten Stufe ihrer Vervollkommnung. Sie stellen in ihrer phylogenetischen Entwicklung das Resultat einer zusammenhängenden Reihe korrelativer Umformungs- und Anpassungsprozesse dar, die in erster Linie durch den Übergang von der Kiemen- zur Lungenatmung, in zweiter durch die Zunahme des relativen Hirnvolumens ausgelöst werden.

### Erklärungen der Abbildungen.

Fig. I: Schematischer Querschnitt durch die Labyrinthregion eines Hais.

Fig. II: Schematischer Querschnitt durch die Labyrinthregion eines Urodels.

Fig. III: Schematischer Querschnitt durch die Labyrinthregion eines Anuren.

Fig. IV: Schematischer Querschnitt durch die Labyrinthregion eines Reptils.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Fig. V: Schematischer Querschnitt durch die Labyrinthregion eines Schafembryos.

Fig. VI: Labyrinthregion eines menschlichen Embryonalschädels. (Nach einer Abbildung in O. Hertwigs Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre, Jena 1906, III/2, Fig. 401. Etwas verändert und schematisiert.)

Fig. VII: Kopfskelett eines Hais. (Branchialbögen nicht eingezeichnet.)

Fig. VIII—X: Ideelle Querschnitte durch die Labyrinthregion von Sphenodon (VII), einer hypothetischen Säuger-Urform (IX), eines rezenten Säugers (X). (Zur bildlichen Darstellung der hypothetischen Entwicklung des sekundären Kiefergelenkes und der Umformung des Quadratums und des Artikulares zum Amboß und zum Hammer.)

**Für alle Figuren giltige Zeichenerklärung.**

*a*) Skeletöses Labyrinth; *b*) Schädelhöhle; *c*) Mundhöhle; *d*) Nasenrachenraum; *e*) Paukenhöhle, in Fig. I: Spritzlochkanal; *f*) äußerer Gehörgang; *g*) Ohrmuschel; *h*) Anulus tympanicus; *i*) Quadratum, in Fig. V, VI, X: Amboß; *j*) Artikulare, in Fig. V, VI, X: Hammer; *k*) Hyoid; *l*) Hyomandibulare; *m*) Operkularplatte; *n*) Stilus, in Fig. V und VI: Stapeskörper; *o*) Extracolumella, in Fig. VI: Processus styloideus; *p*) Trommelfell; *q*) Tuba Eustachii; *r*) Dentale; *s*) Squamosum; *t*) Parietale; *) primäres Kiefergelenk; **) sekundäres Kiefergelenk.

## 11. Versammlung am 18. Dezember 1909. (Jahresversammlung.)

Vorsitzender: Herr Hofrat Professor Dr. A. von Ettingshausen.

Zunächst erstattete der geschäftsführende Sekretär, Herr Dr. F. Fuhrmann, folgenden

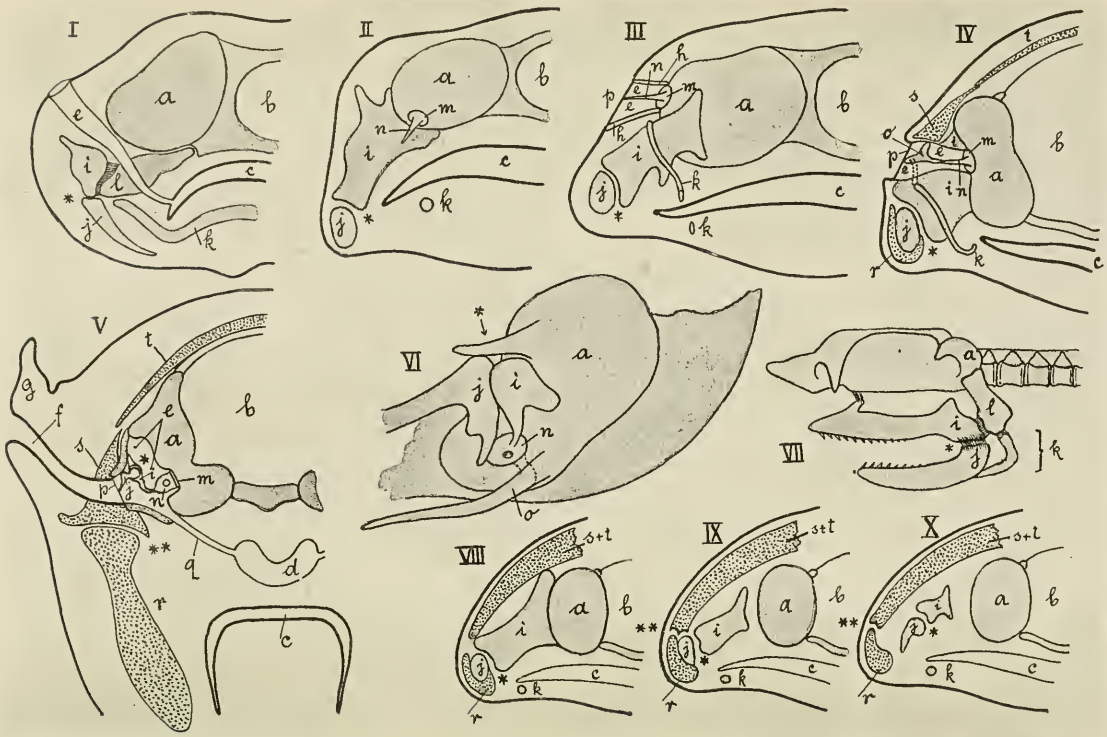
### Geschäftsbericht für das Jahr 1909.

Im abgelaufenen Vereinsjahre hat der Naturwissenschaftliche Verein für Steiermark eine rege Tätigkeit in den einzelnen wissenschaftlichen Sektionen und durch Veranstaltung von wissenschaftlichen Vorträgen für seine Mitglieder entfaltet.

Leider hat auch in diesem Jahre der unerbittliche Tod eine Reihe von tätigen Mitgliedern dem Vereine entrissen. Heimgegangen sind:

Herr Bartholomäus Ritter von Carneri, Gutsbesitzer in Marburg und langjähriges Ehrenmitglied unseres Vereines;

Herr Spiridion Brusina, Universitätsprofessor und Di-




© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



rektor des zoologischen Museums in Agram, korrespondierendes Mitglied unseres Vereines.

Weiters sind verstorben die ordentlichen Mitglieder:

Herr Reichsgraf Heinrich Attems-Petzenstein in Graz.

Herr Paul R. v. Benesch, k. u. k. Hauptmann in Graz;

Herr Franz Günther von Bruckschütz, k. u. k. Generalmajor in Graz;

Herr Karl Hatle, Kustos am Landesmuseum Joanneum in Graz.

Herr Dr. Anton Holler, em. Primararzt d. n.-ö. Landesirrenanstalt Wien, in Graz;

Herr Adolf von Susic, k. u. k. Oberst in Cilli;

Herr Dr. Alois Trost in Neualgersdorf bei Graz;

Herr Karl Untchj, Oberingenieur in Graz;

Herr Dr. Julius Vargha, k. k. Universitäts-Prof. in Graz.

Ferner hat der Verein durch Austritt 11 Mitglieder verloren. Die Summe der Verluste macht demnach aus 22 Mitglieder. Neu eingetreten sind in den Verein 9 Mitglieder.

Der Verein besteht demnach am Ende des Vereinsjahres 1909 aus 12 Ehrenmitgliedern, 10 korrespondierenden Mitgliedern und 395 ordentlichen Mitgliedern.

Auf einen Bericht über die rege wissenschaftliche Tätigkeit des Vereines in seinen Fachsektionen kann hier verzichtet werden, da davon ohnehin ausführlich die Mitteilungen der einzelnen Sektionen berichten.

Für seine Mitglieder veranstaltete der Verein 11 Vortragsabende mit folgenden Vorträgen:

Am 16. Jänner: Herr Prof. Dr. O. Zoth: „Über die Anpassung der Verdauungsorgane und die Macht des Appetites (Ergebnisse der Arbeiten J. P. Pawlows.)“

Am 30. Jänner: Herr Professor Dr. R. Scholl: „Das chemische Experiment“.

Am 13. Februar: Herr Professor Scharfetter aus Villach: „Eine pflanzengeographische Exkursion in die Schweiz und an die oberitalienischen Seen“.

Am 27. Februar: Herr Professor Dr. F. Wagner von Kremsthal: „War zuerst die Henne oder das Ei?“

Am 13. März: Herr Prof. Fr. Emich: „Über das Auerlicht“.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



Am 27. März: Herr Professor Dr. K. Hillebrand: „Altindische Astronomie und Sternwarten."

Am 23. Oktober: Festrede zur hundertjährigen Geburtstag-Feier Darwins, gehalten von Herrn Professor Dr. Fr. Wagner von Kremsthal.

Am 6. November: Herr Dr. B. Kubart: „Neues über Karbonfarne".

Am 20. November: Herr Dozent Dr. F. Fuhrmann: „Leuchtbakterien".

Am 4. Dezember: Herr Prof. Dr. R. Stummer von Traunfels: „Über die phylogenetische Entwicklung der schalleitenden Apparate am Gehörorgan der Wirbeltiere".

Heute wird noch Herr Hofrat und Professor Dr. A. von Ettingshausen sprechen: „Über die Funkenstation Nauen".

Der Verein spricht allen Vortragenden für ihre Bemühungen den verbindlichsten Dank aus. Auch den Herren Institutsvorständen, Professor Fritz Emich, Hofrat von Graff und Professor R. Klemensiewicz sei an dieser Stelle für die Überlassung ihrer Hörsäle und Einrichtungen für Vortragszwecke besonders gedankt.

Der Naturwissenschaftliche Verein ist zur Zeit obdachlos und dürfte trotz zahlreicher Bemühungen kaum in der allernächsten Zeit ein neues Heim bekommen. Die Direktionssitzungen fanden aus diesem Grunde im kleinen Sitzungszimmer der technischen Hochschule statt, das in entgegenkommendster Weise von den Herren Rektoren dieser Hochschule, Magnifizenz Prof. Fr. Emich und Fr. Reinitzer, dem Vereine zur Verfügung gestellt wurde. Ihnen sei dafür der beste Dank übermittelt.

Großen Dank schuldet der Verein auch dem hohen Landtage, bezw. Landesausschusse, der löblichen Steiermärkischen Sparkasse und dem löblichen Gemeinderate der Stadt Graz für die Zuwendung namhafter Geldunterstützungen, über die der Herr Rechnungsführer Näheres berichten wird.

Am Schlusse meiner Ausführungen sei auch den hiesigen Tagesblättern für ihr Entgegenkommen bei der Aufnahme der den Verein betreffenden Anzeigen bestens gedankt.

Hierauf erstattete der Rechnungsführer des Vereines, Herr Sekretär Josef Piswanger, die nachstehenden Berichte:

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



## Kassabericht für das Vereinsjahr 1909

(vom 1. Jänner bis Ende Dezember 1909).

| Post-Nr. | Empfang. | Einzeln K | Einzeln h | Zusammen K | Zusammen h |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Verbliebener Kassarest aus dem Vorjahre . . . . . | | | 2716 | 86 |
| 2 | Beiträge: *a)* des hohen steierm. Landtages für die Jahre 1908 und 1909 . . . . . | 2000 | — | | |
| | *b)* der löbl. steierm. Sparkasse in Graz . . | 500 | — | | |
| | *c)* des „ Gemeinderates in Graz . . . | 99 | 93 | | |
| | *d)* „ „ „ „ Marburg . . | 20 | — | | |
| | *e)* Sr. Hochwürden des Herrn P. Gabriel Strobl zu den Druckkosten seiner Publikation . . . . . | 100 | — | | |
| | *f)* der p. t. Vereinsmitglieder . . . . . | 2299 | 35 | 5019 | 28 |
| 3 | Zinsen der Sparkasse-Einlage . . . . . | | | 120 | 19 |
| 4 | Erlös für Publikationen des Vereines . . . . . | | | 31 | 96 |
| | Summe des Empfanges . . | | | 7888 | 29 |
| | **Ausgaben.** | | | | |
| 1 | Druckkosten: | | | | |
| | *a)* der „Mitteilungen“ des Vereines pro 1908 . . . | 3236 | 52 | | |
| | *b)* anderer Drucksachen . . . . . | 38 | 80 | 3275 | 32 |
| 2 | Entlohnungen: | | | | |
| | *a)* des Dieners Granitzer . . . . . | 120 | — | | |
| | *b)* für das Austragen der „Mitteilungen“ und Einkassieren der Beiträge . . . . . | 100 | — | | |
| | *c)* für Schreibarbeiten . . . . . | 31 | 38 | | |
| | *d)* „ anderweitige Dienstleistungen . . . . . | 58 | — | 309 | 38 |
| 3 | An Ehrengaben für die Herren Vortragenden . . . . . | | | 377 | 16 |
| 4 | An Gebühren-Äquivalent pro 1909 . . . . . | | | 13 | 57 |
| 5 | An Postporto- und Stempelgebühren . . . . . | | | 405 | 67 |
| 6 | Für die speziellen Zwecke der botanischen Sektion . . | | | 100 | — |
| 7 | „ „ „ „ „ entomologischen „ | | | 100 | — |
| 8 | „ „ „ „ „ anthropologischen Sektion | | | 20 | — |
| 9 | „ Zeitungseinschaltungen . . . . . | | | 21 | 60 |
| 10 | „ verschiedene Ausgaben . . . . . | | | 20 | 99 |
| | Summe der Ausgaben . . | | | 4643 | 69 |
| | Im Vergleiche des Empfanges per . . . K 7888·29 | | | | |
| | mit der Ausgabe von . . . . . „ 4643·69 | | | | |
| | ergibt sich ein Kassarest von . . . . . K 3244·60 | | | | |

Graz, im Dezember 1909.

Hofrat **Dr. Albert v. Ettingshausen** m. p.
Professor der k. k. techn. Hochschule
Präsident.

**Josef Piswanger** m. p.
Sekretär der k. k. techn. Hochschule
Rechnungsführer.

Geprüft und richtig befunden:

Graz, am 19. März 1910.

**Friedrich Staudinger** m. p.
Fachlehrer
Rechnungsprüfer.

**Ferdinand Slowak** m. p.
k. k. Veterinär-Inspektor
Rechnungsprüfer.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



## Bericht

über die ausschließlich für Zwecke der geologischen Erforschung Steiermarks bestimmten Beträge im Jahre 1909.

| Empfang. | K | h |
|---|---|---|
| Aus dem Vorjahre verblieb ein Kassarest von . . . . . | 66 | 75 |
| Hiezu die Zinsen der Sparkasseeinlage für das Jahr 1909 . . | 2 | 68 |
| ergibt einen Betrag von . . . . . | 69 | 43 |
| welcher, da Ausgaben nicht erfolgt sind, auf das Jahr 1910 übertragen wird. | | |

Graz, im Dezember 1909.

Hofrat **Dr. Albert v. Ettingshausen** m. p.
Professor der k. k. techn. Hochschule
Präsident.

**Josef Piswanger** m. p.
Sekretär der k. k. techn. Hochschule
Rechnungsführer.

Geprüft und richtig befunden:

Graz, am 19. März 1910.

**Friedrich Staudinger** m. p.
Fachlehrer
Rechnungsprüfer.

**Ferdinand Slowak** m. p.
k. k. Veterinär-Inspektor
Rechnungsprüfer.

Beide Berichte wurden zur Kenntnis genommen. Die bisherigen Rechnungsprüfer wurden wiedergewählt.

In die Vereinsdirektion wurden für 1910 gewählt:

Präsident: Professor Dr. O. Zoth.
1. Vizepräsident: Hofrat Prof. Dr. A. v. Ettingshausen.
2. Vizepräsident: Professor Dr. L. Böhmig.
1. Sekretär: Professor Dr. K. Fritsch.
2. Sekretär: Professor V. Dolenz.
Bibliothekar: Direktor J. Hansel.
Rechnungsführer: Sekretär J. Piswanger.

Hierauf hielt Herr Hofrat Professor Dr. A. v. Ettingshausen einen Vortrag:

### Die Funkenstation Nauen.

Der Vortragende gab zunächst einen kurzen Überblick über die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie und verwies auf die bedeutenden Fortschritte, welche in den letzten fünf Jahren gemacht worden sind. Ein regelmäßiger funkentele-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



graphischer Verkehr über den Ozean bestand vor wenigen Jahren noch nicht, jetzt werden aber — nach den Berichten — viele tausend Worte durch die Marconi-Gesellschaft täglich übersendet; es ist dies wesentlich dem Umstande zuzuschreiben, daß es (wenigstens teilweise) gelang, eine gerichtete Telegraphie zustande zu bringen, dann aber der Verwendung von sehr schwach gedämpften Schwingungen. Eine Methode, derartige, fast ungedämpfte elektrische Schwingungen zu erzeugen, wurde von dem dänischen Ingenieur Valdemar Poulsen angegeben, und wenn sich auch die hohen Erwartungen, die man hinsichtlich der großen Schärfe der Abstimmung an diese Erfindung knüpfte, vielleicht nicht ganz erfüllt haben, so sind doch mit diesem System bedeutsame Erfolge erzielt worden. Weiters erwähnt der Redner die sogenannte Stoßerregung, durch welche Schwingungen von praktisch völlig konstanter Frequenz und sehr geringer Dämpfung erzeugt werden, womit große Abstimmschärfe und Reichweite verbunden sind. Sodann wendete er sich zur näheren Beschreibung der von der deutschen Gesellschaft „Telefunken“ im Jahre 1906 nächst der Stadt Nauen erbauten Großstation, die früher mit gedämpften Schwingungen arbeitete, in jüngster Zeit aber auf Stoßerregung umgebaut wurde.

Die Sendereinrichtung besteht in einem Braun'schen Schwingungskreise, dessen Kapazität 360 mannhohe Leydnerflaschen bilden, die in drei Gruppen, jede zu 120 Flaschen, hintereinander geschaltet sind; ferner ist in diesem Kreise eine veränderliche Selbstinduktion und eine Funkenstrecke mit ringförmigen Elektroden vorhanden, wo die Entladungsfunken von etwa 30 *mm* Länge auftreten. Die Senderantenne, welcher vom Schwingungskreise (mit variabler Kopplung) die Energie zugeführt wird, ist eine Schirmantenne, getragen von einem eisernen, 100 *m* hohen Turme; dieser bildet ein dreiseitiges Prisma mit 4 *m* Seitenlänge und ruht auf einer Stahlkugel, ist aber von der Erde isoliert: der Turm selbst ist mit der Schirmantenne leitend verbunden, schwingt also elektrisch mit. Eine vorzügliche Erdableitung ist durch Einpflügen eines weitverzweigten Drahtnetzes in den Boden, das eine Fläche von etwa $12^1/_2$ Hektar durchzieht, geschaffen. Zum Betrieb des Senders

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



dient eine Wechselstrom-Maschine von 24 Kilo-Volt-Ampère-Leistung, die von einem Lokomobil angetrieben wird; sie arbeitet auf Drosselspulen und beim Geben auf Induktoren, welche durch Handhabung eines besonders konstruierten Tasters in die Maschinenleitung geschaltet werden. Die bei den elektrischen Oscillationen des Senders auftretenden Spannungen sind enorme, sie entsprechen Schlagweiten von fast 1 *m* Länge. Die Entladungen an der Funkenstrecke verursachen einen betäubenden Lärm, das von ihnen ausgehende Licht ist fürs Auge sehr unangenehm. Die Empfänger-Anordnung, mit der die Station Zeichen aufnimmt, wird mit dem Antennenkreis induktiv gekoppelt und enthält einen Fritterkreis oder auch einen Schlömilch-Detektor mit Telephon. Gleich bei den ersten Versuchen wurde (nach Mitteilung der Gesellschaft „Telefunken" vom Jahre 1907) eine Reichweite von 1350 *km* über Land erzielt, nämlich bis St. Petersburg, und ungefähr die doppelte Reichweite, wenn die Signale nur teilweise über Land gehen mußten; 30 Worte in der Minute konnten ohne unzulässige Erwärmung der Funkenstrecke gegeben werden. Doch war damit die Grenze der Reichweite für die Station nicht erreicht. Bei Erhöhung der Senderenergie auf 70 PS. gelang es, Signale zu geben, die noch viel weiter reichten; so hat z. B. der Dampfer „Cap Blanco" Zeichen aus Nauen erhalten, als er sich bei Teneriffa in einer Entfernung von 3700 *km* befand, wobei die Wellen mindestens 2500 *km* über Land gehen und die Pyrenäen überbrückt werden mußten.

Der Vortrag war von der Projektion einer größeren Zahl von Lichtbildern begleitet; der Redner gedachte auch zum Schlusse der wissenschaftlichen Pioniere, deren Arbeiten die Grundlagen für die Ausbildung dieses Gebietes der Elektrotechnik zu danken sind und zeigte u. a. die Bildnisse von Faraday, Thomson (Lord Kelvin), Maxwell, Hertz, Marconi, Braun und Slaby.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: 46

Autor(en)/Author(s): Fritsch Karl von (jun.)

Artikel/Article: Bericht des Gesamtvereines über seine Tätigkeit im Jahre 1909. 391-474