

Zellteilung, Encystierung und Befruchtung als periodische Ausscheidungen.

Vortrag, gehalten in der Generalversammlung des siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt am 15. Mai 1906 von
Dr. Carl F. Jickeli.

Meine Herren!

In Besprechungen, welche das in meinem Buch¹ aufgestellte Prinzip der Unvollkommenheit des Stoffwechsels als deszendenztheoretischer Faktor gefunden, wurde zugegeben, dass vom Gesichtspunkte des Kampfes ums Dasein die Bedeutung dieses Prinzipes wohl einleuchte, dass aber damit doch nicht die Frage nach der eigentlichen, die Zellteilung auslösenden Ursache beantwortet worden sei, und es ist mir auch in Gesprächen mit massgebenden Fachgelehrten wiederholt eingeworfen worden, dass zweckmässig und unzweckmässig ganz ebensowenig wie gut und böse das Geschehen bewirkende und deshalb dasselbe erklärende Ursachen seien. Mir ist nun wohl auch bekannt, dass damit, dass etwas als zweckmässig erwiesen wird, eine kausale Erklärung noch nicht gegeben ist, deshalb will ich die Frage von welcher ich in meinem Buche ausgegangen, die Frage, warum teilen sich die Zellen, unabhängig von aller Zweckmässigkeit zu beantworten versuchen. Dabei wird sich ergeben, dass wirklich das von mir aufgestellte Prinzip der Unvollkommenheit des Stoffwechsels es ist, welches die Teilung der Zellen und zugleich das Werden und Vergehen im Kampfe ums Dasein bedingt, dass somit die Selektionstheorie auch in diesem Fall

¹ Carl F. Jickeli, Die Unvollkommenheit des Stoffwechsels als Veranlassung für Vermehrung, Wachstum, Differenzierung, Rückbildung und Tod der Lebewesen im Kampfe ums Dasein. 1902.

auf den richtigen Weg gewiesen hat. Bei der Kürze der mir hier bemessenen Zeit beschränke ich mich darauf, die Hauptmomente meines Gedankenganges darzulegen und lasse eine ausführlichere Begründung in einer besonderen Arbeit folgen. Aus Gründen, welche sich im weiteren Verlauf meiner Darlegungen ergeben werden, habe ich es für zweckmässig gehalten, die Encystierung und Befruchtung mit heranzuziehen.

Alle Arbeiten, welche sich mit der Entwicklung und Kräftigung der Organe und Organismen beschäftigen, sprechen es immer wieder aus, dass die Funktion der eigentliche Bildner sei. Eine Erfahrung, welche Pflüger in dem Satz zusammenfasste: »Es ist eine Tatsache, dass bei grösserem Verlust infolge verstärkter Arbeit solche Bedingungen entstehen, denen zufolge immer etwas mehr gewonnen wird, als verloren ging.« Nachdem nun aber eine solche Vergrösserung eines Organes der Hauptsache nach — wenn auch nicht immer und ausschliesslich — auf eine Vermehrung der Zellen zurückzuführen ist, die Veranlassung zu dieser Zellvermehrung die Funktion ist, jede Funktion aber zu Stoffzerstörung führen muss, somit im Gefolge der Funktion sich die Notwendigkeit einer gesteigerten Stoffausscheidung ergibt, und die Steigerung der Funktion ebenso wie sie den Stoffzerfall steigert auch die notwendig werdende Stoffausscheidung steigern muss, ergibt sich logischerweise die Frage, ob nicht der Stoffzerfall und die Notwendigkeit, diesen Stoff auszuschcheiden, die mit der Funktion so eng verbundene Teilung der Zellen bedingt, dass die Zellteilung somit ein Ausscheidungsprozess sei.

Ich bin der Meinung, dass dem tatsächlich so ist, dass somit der Stoffzerfall und nicht die Stoffaufnahme, also nicht das Wachstum über eine normale Grösse, die Veranlassung zur Zellteilung bildet. Würden die normalen Ausscheidungsöffnungen, wie wir solche bei einzelligen Organismen kennen, und die Oberflächen der Zellen ihre ausscheidenden Tätigkeit vollkommen erfüllen, würde somit nicht schon diese Funktion des Stoffwechsels unvollkommen erfolgen, so würde nicht die Teilung der Zellen notwendig werden, um in dieser Form zerfallenen Stoff an die Oberfläche zu schaffen.

Als eine allgemein bekannte Erscheinung, aus welcher hervorgeht, wie bedeutungsvoll die stoffzerstörende Funktion für die Entwicklung eines Organes wird, möchte ich daran erinnern, was die Funktion als Beleber gelähmter beziehungsweise geschädigter Muskeln zu leisten vermag und dass selbst dort, wo scheinbar nur noch eine passive Funktion möglich war, die aktive Funktion wieder erweckt wird und fortschreitend mit der ursprünglichen Leistungsfähigkeit auch die ursprünglichen Volumverhältnisse wieder zu gewinnen gelingt. Was auf diesem Wege zu erreichen ist, lehren Fälle, welche Otto Thilo¹ veröffentlichte.

Ich habe an die Belebung und Kräftigung gelähmter Muskeln erinnert, weil ich damit an allgemein Bekanntes anknüpfen konnte, es liegt aber eine experimentelle Erfahrung aus der allerletzten Zeit vor, wo der Zusammenhang zwischen Funktion, Stoffzerstörung, Ausscheidung und Zellteilung so klar hervortritt, wie er klarer nicht verlangt werden kann, Calkins² konnte in den Zuchten der Infusorienart, *Paramecium caudatum*, welche sie vom 1. Februar 1901 bis 1. Mai 1902 fortführte, 5mal Perioden einer eintretenden Depression konstatieren, welche unter anderem auch daran kenntlich wurden, dass vor dem Absterben der Tierchen die Teilungsenergie auf ein Minimum herabsank. Ueber diese Depression gelang es Calkins, die kleinen Organismen auch dadurch hinüberzubringen, dass sie die Zuchtgefäße leichten, längere Zeit andauernden Erschütterungen aussetzte. Dadurch wurde offenbar eine passive Bewegung der Zellen, die allmählich in eine aktive übergehen musste, eingeleitet, dadurch Stoffzerfall hervorgerufen und der Stoffzerfall führte zum Vorgang der ausscheidenden Zellteilung und rettete damit die Tierchen über den toten Punkt zur Regeneration durch Teilung.

Wie so die Funktion als Stoffzerstörer die Zellteilung veranlasst, tut das ein anderer Stoffzerstörer, die Wärme. Alle chemischen Körper werden bei Steigerung der Temperatur

¹ Otto Thilo, Uebungen, Sammlung klinischer Vorträge, begründet von R. v. Volkmann. Nr. 176. 1877.

² Gary N. Calkins, studies on the lifehistory of Protozoa. Arch. für Entwicklungsmechanik. Bd. XV. 1902.

labiler, dadurch steigt das Ausscheidungsbedürfnis und eben deshalb auch das Tempo der Teilung.

Dass es sich hier wirklich um die Wärme handelt, ergeben insbesondere klar die Experimente von Maupas, nach welchen sich das Infusorium *Leucophrys patula* bei Temperaturen von: 6—8, 8—11, 11—14, 14—17, 17—20, 20—23, 23—26° C.

1- 2- 3- 4- 5- 6- 7-mal
bei gleicher Nahrung und gleichen sonstigen Existenzbedingungen innerhalb 24 Stunden teilte.

Wie die Funktion vermag denn auch die Wärme die erlöschende oder erloschene Zellteilung neuerdings zu beleben, denn es gelang Calkins, in ihren Infusorienzuchten die Depressionsperioden ebenso durch Zuführung von Wärme, zu überwinden, wie ihr das durch Erzwingung der Funktion von Organen der Tierchen gelungen war.

Die angeführten zwei Tatsachen, dass Zellteilungen durch die zwei Stoffzerstörer Funktion und Wärme ausgelöst werden, scheinen mir nur die Deutung zuzulassen, dass die Zellteilung in ersten Linie hervorgerufen wird durch das Bedürfnis, zerstörten Stoff auszuschcheiden, wenn auch ein Weiterspinnen des Lebens an eine weitere Stoffaufnahme und Stoffanbildung geknüpft bleibt, dass somit die Zellteilung nicht eine Folge von Stoffaufnahme, sondern von Stoffzerstörung ist.

Der sich so ergebende Schluss, dass die Zellteilung eine Folge von Stoffzerstörung und nicht von Stoffaufnahme ist, findet eine weitere und wie mir scheint zwingende Bestätigung in dem Verhalten hungernder Zellen. Ich habe in meinem erwähnten Buch eine ganze Anzahl Beobachtungen angeführt, aus denen hervorgeht, dass auch hungernde Zellen sich teilen.¹ dass somit die Teilung stattfindet, ohne dass Nahrungsstoffe aufgenommen und eingebaut werden. — Aber noch mehr.

Es liegen Beobachtungen vor, aus welchen hervorgeht, dass Zellen und einzellige Organismen sich während des Hungers rascher teilen als bei gleichmässiger Ernährung. Von Flemming² stammt die Beobachtung, dass die Zellen des Fett-

¹ Unvollkommenh. d. Stoffw. p. 17, p. 100.

² W. Flemming, Beiträge zur Anat. u. Phys. d. Bindegewebes. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XII.

gewebes sich während des Hungerns rascher vermehren, und Maupas¹ hat nachgewiesen, dass die Infusorien *Leucophrys patula* und *Enchelys farcinem* in zwei verschieden gestalteten Formen auftreten. Einer grösseren sich langsamer und einer kleineren sich viel schneller durch Teilung vermehrenden. Man hat es in der Hand, jederzeit durch Entziehung der Nahrung, die durch beschleunigte Vermehrung entstehende kleinere Form, welche keine Mundöffnung besitzt, also gar keine Nahrung aufnehmen kann, zur Entwicklung zu bringen. Hungern ruft somit die gleiche Erscheinung wie die Funktion, nämlich eine beschleunigtere Zellteilung hervor. Dieses findet denn auch darin seinen Ausdruck, dass Gewebe und Organismen, welche zeitweilig hungern, voluminöser werden als stets gleichmässig ernährte, weil während des Hungerns die Zellen sich beschleunigter vermehren und dann später, wenn Nahrung genügend geboten wird, eine inzwischen gewachsene Anzahl Zellen zur Regeneration schreitet. Ich führe als Belege die Schwiele und das Hühnerauge an. In beiden Fällen führt die lokale Pressung zu einer zeitweiligen Unterbrechung des ernährenden Säftestromes und im Gefolge davon zu Hungerteilungen. Die Regeneration der dadurch vermehrten Zellen aus dem wieder zuströmenden Säftestrom bedingt die gesteigerte lokale Entwicklung des Gewebes, welche wir unter dem Namen Schwiele und Hühnerauge kennen. Was hier als räumlich beschränkte Wirkung zu erkennen ist, kommt am ganzen Organismus zum Ausdruck, wenn dieser solchem zeitweiligen Hungern ausgesetzt wird, deshalb entwickelten sich Tauben und Hühner, welche v. Seeland² zeitweilig hungern liess, besser und wurden grösser und schwerer als solche, welche stets gleichmässig ernährt wurden.

Solche Erscheinungen scheinen mir verständlich, wenn der Stoffzerfall und die Nötwendigkeit, diesen auszuschcheiden, die Zellteilung veranlassen. Denn es liegt auf der Hand, dass bei Hungerzuständen, wo überlebende Gewebe und Organe auf Kosten früher dem Hungertode erliegender erhalten werden,

¹ E. Maupas: Sur la multiplication des infusoires ciliés. Arch. d. zool. expér. 1888.

² v. Seeland, Ueber die Nachwirkung der Nahrungsentziehung auf die Ernährung. Biol. Centr. VII. 1887.

durch die Abwegigkeit des ganzen Betriebes eine gesteigerte Ausscheidung und deshalb auch eine beschleunigte Zellteilung, welche dafür aufzukommen hat, stattfinden muss.

In gleicher Weise wie Funktion, Wärme und Hunger, werden daher auch andere Stoffzerstörer auf den Organismus der Zelle einwirken und deshalb eine beschleunigte Zellteilung auslösen. Das geschieht denn tatsächlich durch viele solche Parasiten, welche den Stoffwechsel der befallenen Gewebe abwegig gestalten und dadurch eine beschleunigte Teilung derselben hervorrufen. Allerdings darf diese Einwirkung nicht eine so intensive sein, dass dadurch der Tod der Zellen herbeigeführt wird.

In gleicher Weise wie die Parasiten wirken viele andere Stoffzerstörer auf die Zellen. Hieher zählen alle jene Stoffe, welche, in die Gewebe eingeführt, bei stärkerer Dosierung das Absterben bedingen, bei schwächerer Dosierung aber eine gesteigerte Ausscheidung und deshalb eine Beschleunigung im Tempo der Zellteilung notwendig machen. Auch hier kann ich mich auf Calkins berufen. Denn geradeso wie es ihr gelungen war, Depressionszustände ihrer Kulturen von *Paramecium* durch die Stoffzerstörer Funktion und Wärme zu überwinden, gelang ihr das durch Uebergiessen ihrer Infusorien mit starken Verdünnungen von Stoffen, welche bei Anwendung konzentrierterer Lösungen als Gifte den sofortigen Tod der Tierchen herbeiführten.

Die Zellteilung ist aber nicht nur daran als ein die Ausscheidung ergänzender Vorgang zu erkennen, dass sie dann beschleunigter auftritt, wenn die Stoffzerstörung eine gesteigerte ist, vielmehr gibt sie sich auch als ein die Ausscheidung ergänzender Prozess zu erkennen, wenn Bedingungen eintreten, welche die bekannten Ausscheidungsprozesse beeinträchtigen. Solche Bedingungen scheinen mir in folgenden Fällen gegeben zu sein. Wenn unter dem Einfluss erniedrigter Temperatur die Ausscheidungstätigkeit der Oberfläche durch Verengerung der Poren beeinträchtigt wird und nunmehr eine beschleunigte Zellteilung für das eintreten muss, was die Oberfläche an Ausscheidung nicht zu leisten vermag. Dadurch wird verständlich warum, wie das die Experimente von R. Hertwig ergeben, bei niederer Temperatur gezüchtete Froschlarven

erheblich grösser wurden als solche, die in der Wärme gezüchtet wurden.¹ Hier findet somit das Gegenteil von dem statt, was nach dem früher Dargelegten zu erwarten gewesen wäre. Denn ich habe früher die mit dem Steigen der Temperatur zunehmende Beschleunigung der Zellteilung auf den rascheren Stoffzerfall und das damit sich ergebende steigende Ausscheidungsbedürfnis zurückgeführt. Die Erklärung für diesen scheinbaren Widerspruch suche ich, wie bereits gesagt wurde, darin, dass hier durch die beschleunigte Zellteilung geleistet werden muss, was die infolge der Kälte weniger durchlässig gewordene Oberfläche nicht zu leisten vermag. Wir werden später auch noch andere Erscheinungen kennen lernen, wo ebenfalls Kälte durch Beeinträchtigung der ausscheidenden Tätigkeit der Oberfläche die Veranlassung zur Beschleunigung der Zellteilung wird.

Diese Deutung des Einflusses der Kälte auf die Zellteilung findet eine Stütze darin, dass Beeinträchtigungen der Ausscheidungsvorgänge, welche Organismen durch konstitutionelle Veränderungen erfahren, ebenfalls eine beschleunigte Zellteilung auslösen.

Solche Beeinträchtigungen verbinden sich mit dem Altern. Das Holzigwerden der Pflanzen, die Kalkablagerungen in den Blutgefässen der Tiere sind die bekanntesten Beispiele dafür, dass die normalen Ausscheidungsvorgänge unvollkommen erfolgten. Hier tritt denn auch eine beschleunigte Zellteilung ergänzend hinzu und führt zu verschiedenen Formen von Altershypertrophien. Am auffälligsten tritt das in jenen bösartigen Geschwülsten hervor, wo multipolare Kernteilungsfiguren eine sich geradezu überstürzende Zellteilung erkennen lassen. Dass es sich hier darum handelt, etwas nachzuholen, was nicht genügend geleistet worden war, beweisen die Experimente der Gebrüder Hertwig,² wo die Segmentierung befruchteter Eier bei Uebergiessung mit verdünnten Lösungen bestimmter Gifte sistiert, selbst Kernteilungsfiguren zur Rückbildung gebracht wurden, wo nachher aber eine beschleu-

¹ Nach Curt Hennings Beiträge zu den die Insektenentwicklung beeinflussenden Faktoren. Biol. Zentralbl. Bd. 27. 1907.

² O. und R. Hertwig, Ueber den Befruchtungs- und Teilungsvorgang der tier. Eier unter d. Einfluss äusserer Agentien. 1887.

nigte Teilung, welche wie in jenen bösartigen Geschwülsten in multipolaren Kernteilungsfiguren zum Ausdruck kam, beschleunigt auszuschleiden suchte, was durch Einwirkung der giftigen Substanzen zerstört worden war und was die gleichzeitige Lähmung der Ausscheidungsvorgänge auszuschleiden nicht gestattet hatte.

Die angeführten Faktoren, Funktion, Wärme, Hunger, Abwegigkeiten und Störungen des Lebens der Zelle, zum Schluss das Versagen des Betriebes mit dem Alter, stehen in so engem Zusammenhang mit der Notwendigkeit einer gesteigerten Ausscheidung, dass mir der kausale Zusammenhang zwischen Ausscheidung und Zellteilung zweifellos zu sein scheint. Würden die Ausgangsöffnungen des Körpers und die Körperoberfläche selbst oder, wo erstere nicht bestehen, letztere allein ihrer Aufgabe, die Stoffwechselprodukte auszuschleiden, vollkommen genügen, dann würde eine periodische Ausscheidung in der Form der Zellteilung, welche die gehäuften Stoffwechselprodukte in den Zellwänden ablagert und ausserdem die ausscheidende Oberfläche vergrössert, nicht notwendig werden. Weil diese Ausscheidungsvorgänge aber ihre Aufgabe nicht vollkommen erfüllen, muss periodisch auch jene Form der Ausscheidung stattfinden, welche wir als Zellteilung bezeichnen.

Die Bedeutung der Zellteilung als Ausscheidungsprozess und die Veranlassung zu diesem Vorgang macht uns eine grosse Anzahl Erscheinungen in der Natur der Organismen verständlich. Ich erinnere an die lebenerhaltende Kraft der Funktion, welche am klarsten zum Ausdruck kommt in dem von Mühlmann¹ erbrachten Beweis, dass von den Organen des menschlichen Körpers die Gefässe und das Herz, die Lungen und der Darmapparat, welche Tag und Nacht arbeiten, am spätesten mit dem Wachstum aufhören, an die Bedeutung der Wärme, welche so viele Organismen nicht entbehren können, an die grosse Verbreitung periodischer Nahrungsentziehung, von denen Eugen Schulz² gewiss mit Recht sagen konnte, »der

¹ M. Mühlmann, Ueber die Ursache des Alters. 1900. Daß Wachstum und das Alter. Biol. Centralbl. Bd. 21, 1901.

² Eugen Schulz, Ueber Verjüngung. Biol. Centralbl. XXV, 1905.

Hunger greift viel tiefer in die Organisation hinein und wirkt deshalb umgestaltender, als es die gewöhnlichen Lebensbedingungen zu tun vermögen«. Endlich erinnere ich an die ausgedehnten und oft periodisch einsetzenden Wanderungen von Organismen und den gesuchten Wechsel der Nahrung, um auf diese Weise den Stoffwechsel in andere Bahnen zu lenken. Alles das wird in seinem ursächlichen Zusammenhang verständlich, wenn man die Notwendigkeit der Zellteilung als Ergänzung zu den anderen Ausscheidungsvorgängen erkannt hat und des weiteren weiss, dass eben solche Eingriffe die Zellteilung hervorrufen und beschleunigen.

Was sich so in der Natur entwickelt und als periodisch wiederkehrende Erscheinung befestigt hat, dessen hat sich auch die Erfahrung der Heilkunde bemächtigt. Ich erinnere an die Kuren durch Funktion, an die Anwendung von Wärme und Kälte, an die Hungerkuren, an die Kuren bestimmter Diäten und endlich an die Eingriffe in den Stoffwechsel, welche durch das Reisenlassen der Patienten mit Erfolg angewendet werden.

So ergibt sich uns die Zellteilung als ein periodisch auftretender Ausscheidungsprozess. Für den weiteren Bestand der Zelle und der Zellenkomplexe bleibt dabei selbstverständlich von Bedeutung, dass Zerstörung und Regeneration möglichst im Gleichgewicht bleiben. Hält die Regeneration einigermassen mit der Zerstörung Schritt, dann spricht man von einem kraftvollen Wachstum, findet die Zellteilung auffällig beschleunigt statt, so ist das ein Zeichen für eine beschleunigte Stoffzerstörung. Diese kann unter Umständen so rasch erfolgen, dass die Regeneration gar nicht mehr nachkommen kann, und dann beobachtet man jene Hypertrophien, welche in Atrophien auslaufen, also mit dem Tode der Zellen endigen.

Ebenso wie das Leben der Zelle durch eine übermässige Stoffzerstörung, welche eine übermässig beschleunigte Zellteilung zum Ausdruck bringt, bedroht wird, geschieht das auch durch Ueberfüttern der Zelle. Denn diese verliert die Fähigkeit, eine Anhäufung von Stoffwechselprodukten durch eine entsprechend beschleunigte Teilung hintanzuhalten, falls nicht,

wie R. Hertwig¹ beobachtet, ausnahmsweise eine Rettung dadurch gefunden wird, dass nach Bersten der Körperhülle die angehäuften Substanzmassen hinausgeschleudert werden. Eine solche reduzierte oder ganz verlorene Fähigkeit, sich zu teilen, ist nicht zu verwechseln mit den Ruhestadien der Genitalzellen, welche Jahre hindurch im Organismus leben, ohne sich teilen zu müssen. Die überfütterte Zelle repräsentiert einen Zustand, wo die notwendige Ausscheidung in der Form der Zellteilung versagt, die Genitalzelle dagegen einen solchen, wo dieselbe in dieser Form für längere Zeit nicht mehr notwendig ist.

In den bisherigen Ausführungen habe ich mich bemüht, die Zellteilung als eine periodische Ausscheidung dadurch zu erweisen, dass ich auf den engen Zusammenhang zwischen Stoffzerfall und Zellteilung hinwies. Diese Beweisführung findet eine weitere Unterstützung darin, dass die gleichen Einflüsse, welche die Zellteilung hervorrufen, eine andere zweifellose Ausscheidungsform im Gefolge haben. Ich meine die bei den Protozoen periodisch auftretenden Encystierungen, welche man niemals anders wie als Ausscheidungsvorgänge gedeutet hat.

Diese Form der Ausscheidung findet in Zwischenräumen periodisch statt, ohne dass dafür eine besondere Veranlassung nachzuweisen ist und ist dann der Zellteilung zu vergleichen, welche durch die Funktion erfolgt.

Die Wärme als Veranlassung zur Encystierung möchte ich in den Experimenten von Prantl² erkennen, wo Didinien, welche nach starker Fütterung in einen Brutofen gesetzt und dort ohne Nahrung weiter gezüchtet wurden, nicht nur zur Kopulation schritten, sondern sich auch zu encystieren begannen.

Deutlicher und einwandfreier tritt die Uebereinstimmung von Zellteilung und Encystierung als Folgen desselben Einflusses beim Hungern hervor. Denn wie man sich veranlasst

¹ R. Hertwig, Ueber Kerrelation von Zell- und Kerngrösse und ihre Bedeutung für die geschlechtliche Differenzierung und Teilung der Zelle. Biol. Zentralbl. Bd. 23. 1903.

² Hans Prantl, Reduktion und Karyogamie bei Infusorien. Biol. Centralbl. XXV. 1905.

sah, den Terminus Hungerteilungen für die Zellen einzuführen, so fand man Veranlassung für die Beobachtung, dass hungernde Protozoen zur Encystierung schreiten, die Bezeichnung der Hungercysten einzuführen. R. Hertwig machte bei seinen Experimenten mit dem Heliozoon Actinosphaerium die Erfahrung, dass durch Hungernlassen innerhalb zwei bis drei Wochen 70—100 Prozent der Versuchstiere zur Encystierung gebracht wurden.¹

Wie der Hunger, so rufen auch andere Abwegigkeiten des stofflichen Betriebes die Notwendigkeit einer gesteigerten Ausscheidung und deshalb die Encystierung hervor, wie wir das von der Zellteilung erfuhren. Dahin gehören: Verderbnis des Wassers, Aufbewahren der Zuchtgefäße im Dunkeln, oder Verdunsten des Wassers in den Zuchtgefäßen.

Die sogenannten Winterschlafcysten als Folge der Stoffwechselstörungen, welche durch die Reduktion der Existenzfaktoren herbeigerufen ebenfalls eine gesteigerte Ausscheidung notwendig machen, können als eine Art Alterserscheinung geäußert werden.

Dass die Encystierung als eine Art Alterserscheinung ebenso das Leben beschliessen kann wie eine beschleunigte Zellteilung als Altershypertrophie, das scheint mir aus der Angabe R. Hertwigs über Actinosphaerium hervorzugehen: »Wenn man die Kulturen jedoch lange genug fortsetzt, wie ich es getan habe, geht schliesslich nach Monaten jede Kultur durch Encystierung ihrem Ende entgegen.«¹

Die Deutung der Zellteilung als Ausscheidungsvorgang findet somit eine Unterstützung darin, dass die gleichen Einflüsse, welche nach unserer Auffassung den Stoffzerfall steigern, und die Notwendigkeit, solchen zerfallenen Stoff auszuscheiden, zur Zellteilung führen, auch jenen zweifellosen Ausscheidungsprozess bedingen, welchen man als Encystierung bezeichnet.

Die gleiche Natur der Vorgänge, Zellteilung und Encystierung geht des weiteren daraus hervor, dass diese beiden Prozesse so häufig vereinigt auftreten, dass man Veranlassung

¹ R. Hertwig, Was veranlasst die Befruchtung d. Protozoen. Sitzungsber. d. Gesellschaft f. Morphol. u. Physiol. in München XV. 1899.

nehmen konnte von Teilungscysten zu sprechen und dass das eine Mal die Encystierung der Teilung das andere Mal die Teilung der Encystierung vorausgeht. Es lässt sich auch nachweisen, dass es Fälle gibt, wo diese beiden Prozesse einer für den anderen eintreten. V. Häcker¹ konnte für einen Centropagiden *Diaptomus denticornis* nachweisen, dass derselbe zweierlei Eier zur Entwicklung bringt. »Subitaneier«, welche nur von einer dünnen Spezialeihaut umhüllt sind und »Dauer-eier«, die von einer doppelwandigen chitinösen Kapsel umschlossen werden. Die ersteren entwickelten sich kontinuierlich bis zum Naupliusstadium, die letzteren traten als ovoide vollständig kompakte Zellenmassen in ein Ruhestadium. Was bei den Subitaneiern die ausscheidende Zellteilung in der Entwicklung bis zum Nauplius schon leistete, dass war hier durch die Ausscheidung der doppelwandigen chitinösen Hülle geleistet worden und deshalb konnte die Zellteilung der fortschreitenden embryonalen Entwicklung unterbleiben.

Gemeinsam den beiden periodischen Ausscheidungsvorgängen, Zellteilung und Encystierung, zugleich aber besonders bedeutungsvoll für die Weiterführung unseres Gedankenganges ist die Tatsache, dass auch diese die bekannteren Ausscheidungsvorgänge ergänzenden Stoffwechselforgänge selbst unvollkommen erfolgen und dass deshalb periodisch eine auffällige Steigerung dieser Vorgänge erfolgen muss und auch wirklich erfolgt. Ich denke dabei nicht an die kleineren Schwankungen im Steigen und Sinken der Wachstumskurven, wie solche für die Organe des Menschen in der bedeutungsvollen Arbeit von Mühlmann² ausgearbeitet wurden und wie solche von Calkins³ für ihre Infusorienzuchten nach der Zahl der täglich erfolgten Teilungen als Teilungskurven zur Darstellung gebracht wurden, und welche, weil sie unabhängig von Temperatur und sonstigen Einflüssen waren, als wechselnde konstitutionelle Zustände gedeutet werden müssen. Ich meine vielmehr jene auffällig beschleunigten Teilungsvorgänge, welche immer als besondere Vorgänge aufgefallen sind: Die Zerfallteilung der Protozoen,

¹ V. Häcker, Ueber das Schicksal der elterlichen und grosselterlichen Kernanteile. Jenaische Zeitschr. Bd. 37. 1902.

² l. c.

³ l. c.

die auffällige Beschleunigung der Teilung, welche bei Infusorien dem Eintritt der Konjugationsperiode voranzugehen pflegt, die beschleunigten Zellwucherungen, welche bei den Tieren unter dem Namen der Hochzeitskleider bekannt sind und an jene beschleunigten Zellwucherungen, welche man bei den Pflanzen als Blüten bezeichnet. Endlich rechne ich zu solchen beschleunigten Zellteilungen, welche einem gesteigerten Ausscheidungsbedürfnis gerecht werden müssen, wo aber die Periodizität vielfach, wenn auch nicht immer, verdeckt bleibt, die Erscheinung, welche für uns darin zum Ausdruck kommt, ob eine Genitalzelle sich zu einem weiblichen oder zu einem männlichen Organismus entwickelt. Die Entwicklung der Spermatozoen bei dem letzteren ist die schönste Zerfallteilung die man sich denken kann.

Von allen diesen Vorgängen lässt sich nun nachweisen, dass ihr Eintreten oder aber die Beschleunigung ihrer periodischen Wiederkehr durch Einflüsse hervorgerufen wird, welche wir als Stoffzerstörer bezeichneten und welche Zellteilung und Encystierungen im Gefolge hatten.

Die Wärme ruft das raschere Blühen der Pflanzen und in der rascher eintretenden geschlechtlichen Reife der Tiere eine frühzeitigere Entwicklung der Hochzeitskleider und der Zerfallteilung hervor, welche die Bildung der Spermatozoen veranlasst.

Der Hunger als Stoffzerstörer ruft bei den parasitisch lebenden Coccidien nach Schaudin¹ die Zerfallteilung, welche zur Bildung der Geschlechtsindividuen führt, hervor, denn diese findet statt, wenn der Wirtsorganismus durch Ueberschwemmung mit den Parasiten für diese nicht mehr die genügende Nahrung bietet. Der Hunger ist es, welcher bei Infusorien nach Maupas² die Teilung beschleunigt, aber deshalb auch früher, als das sonst geschehen wäre, die Bildung der so viel kleineren Individuen und Formen, welche zur Konjugation schreiten, hervorruft. Ebenso ruft Beschneiden der Wurzeln von Pflanzen, das Setzen der Obstbäumchen in Töpfe, lau-

¹ Nach M. Lühe, Ergebnisse der neueren Sporozoenforschung, 1902. pagina 12.

² E. Maupas, Le rajeunissement karyogamique chez les ciliés. Arch. de zoolog. expériment. 2 Ser., T. 7.

ter Vorgänge, welche die Ernährung beeinträchtigen, vorzeitig das Blühen hervor. Und ebenso, wie das Hungern im allgemeinen die Entwicklung der Genitalzelle zum männlichen Organismus bedingt, vermag Hungern, wie das experimentell erwiesen wurde, bei sonst ausschliesslich parthenogenetisch nur Weibchen entwickelnden Organismen Männchenbildung¹ hervorzurufen. Und dort, wo regelmässig auf eine Anzahl parthenogenetisch sich entwickelnder weiblicher Organismen Männchen folgen, wird das Auftreten der Männchen durch Hunger beschleunigt.

Die plötzlichen Eingriffe in den Stoffwechsel der Zelle, insbesondere die Behandlung mit giftigen Substanzen, haben wir früher als Stoffzerstörer kennen gelernt, welche die Zellteilung beschleunigten. Solche sind es denn auch, welche die Zerfallteilung herbeiführen. Schon eine plötzliche Aenderung der äusseren Bedingungen ruft, wie Klebs² durch viele Jahre lang fortgesetzte Experimente gezeigt hat, die Zerfallteilung hervor, welche zur Bildung der Geschlechtsgeneration führt, und der Eingriff, welcher in den Stoffwechsel stattfindet, wenn man ein Pfropfreis auf eine fremde Unterlage setzt, beschleunigt das Eintreten der Blütenbildung um Jahre und zwar um so mehr, je fremder diese Unterlage ist. Wird das Pfropfreis eines edlen Birnbaumes auf einen Sämling des Birnbaums gepfflanzt, erscheinen die Blütensprosse frühestens im sechsten Jahr, meist später, häufig erst nach neun und zwölf Jahren. Wird dagegen das Pfropfreis auf die ihm ferner stehende Quitte gepfropft, beginnt das Blühen bereits im vierten Jahr, häufig noch früher und diente Weissdorn als Unterlage, so tritt das erste Blühen noch früher ein.³ Endlich löst bei manchen Pflanzen, wie nach Möbius⁴ beim Zuckerrohr, die Stoffwechselbelastung durch die Rotschleimkrankheit die Blütenbildung aus.

¹ Unvollk. des Stoffw. Kap. 5. Entstehung des Geschlechtes.

² Georg Klebs, Ueber einige Probleme d. Physiol. d. Fortpflanzung. 1895. — Derselbe, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. 1896.

³ H. Vöchting, Ueber Transplantationen am Pflanzenkörper, Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie. 1892.

⁴ Möbius, Welche Umstände befördern und hemmen das Blühen der Pflanzen. Biol. Zentralbl. Bd. XII.

Auch für die Tiere lässt sich das Einsetzen der beschleunigten Zellteilung, welche zur Bildung der Geschlechtsgeneration als eine Folge von plötzlichen Eingriffen in den Stoffwechsel, erweisen. Setzt man dem Blutstropfen eines Malariakranken destilliertes Wasser zu, so entwickelt sich — wie Marshall¹ zuerst feststellen konnte — die geschlechtliche durch Zerfallteilung entstehende Generation, ja Manson² konnte diese Entwicklung schon durch das blosse Anhauchen des Objektträgers, bevor er den Blutstropfen auf denselben brachte, auslösen. Diese Auslösung der notwendig gewordenen gesteigerten Ausscheidung, welche ihren Ausdruck in der Zerfallteilung findet, tritt denn auch in der natürlichen Entwicklung hervor, indem gerade der Malariaparasit des Menschen beim Wirtswechsel, also dann, wenn in dieser Form ein grosser Eingriff in seinen Stoffwechsel stattfindet, die durch Zerfallteilung entstehende geschlechtliche Generation entwickelt. Das geschieht bekanntlich dann, wenn er mit dem Blut des Menschen in den Darm seines Zwischenwirtes der *Anopheles claviger* gelangt. Es ist das die gleiche Erscheinung, wie die schon länger bekannte, dass Parasiten in ihrem Wirt, ohne denselben zu verlassen, die Geschlechtsreife erreichen, sobald sie in ein anderes Organ einwandern. Diese Belastung des Stoffwechsels durch Fremdstoffe ist es denn auch, welche das frühzeitigere Eintreten jener gesteigerten Zellwucherungen, die sich mit der Geschlechtsreife verbinden, in der Domestikation bei den Tieren und in dem frühzeitigere Eintreten der Menstruation bei der Städterin³ als bei der Landbewohnerin verständlich macht.

Endlich ist es auch hier das Alter mit dem Versagen der normalen Stoffwechselforgänge, welches periodisch gesteigerte Zellteilungen notwendig macht und als nicht zeitgemässe Erscheinung auffällt. Das bekannteste Beispiel bietet das unzeitgemässe Blühen und das Todblühen alternder Bäume.

Zum Schluss sei auch noch darauf hingewiesen, dass ebenso wie die Kälte durch Beeinträchtigung der Oberflächenausscheidung die Ausscheidung in der Form der Zellteilung

¹ M. Lühe, Ergebnisse der neueren Sporozoenforschung. 1900. p. 47.

² M. Lühe, Ergebnisse der neueren Sporozoenforschung. 1900. p. 47.

³ F. Daffner, Das Wachstum des Menschen. 1897.

beschleunigte, derselbe Einfluss die auffällige periodische Steigerung dieses Prozesses hervorrufen kann. Ich erwähne zwei Erscheinungen, welche ich in diesem Sinne deuten möchte. Das Aufschiessen der Rüben, welches darin besteht, dass solche Pflanzen statt erst im zweiten, bereits im ersten Jahr einen Stengel treiben, blühen und Samen tragen. Dieses wird wesentlich durch Nachtfröste des Frühjahrs bedingt.¹ Ferner die von R. Hertwig und Krapfenbauer wiederholt experimentell erwiesene Tatsache, dass bei Hydra Kältekulturen zur Entwicklung von Hoden, also zur Einleitung einer Zerfallteilung führt.²

Alles was solche periodisch gesteigerte Ausscheidungen in der Form der Zellteilung notwendig macht, bedingt auch zugleich eine gesteigerte Ausscheidung in der Form der Cystenbildung, da sich die Teilsprösslinge vielfach, wenn auch nicht immer, mit Cystenhüllen umgeben. Dass Vermehrung der Cysten ohne Teilung nicht möglich ist, liegt in der Natur der Sache, aber an den Cysten selbst kann man zuweilen ineinander geschachtelte Mehrfachbildungen unterscheiden, welche wohl eine gesteigerte Ausscheidung repräsentieren und deshalb wohl auch der Steigerung der Ausscheidung in Form einer Zerfallteilung verglichen werden dürfen.

Bei jener periodischen Steigerung des Ausscheidungsbedürfnisses, welche sich mit der Entwickelung der Geschlechtsprodukte verbindet, kommt das gesteigerte Abscheidungsbedürfnis der Protozoen mehr bei der Bildung der Mikrogameten als bei der Entwickelung der Makrogameten zum Ausdruck und bei den Metaphyten und Metazoen ist im allgemeinen nicht nur die Zellwucherung im Soma eine stärkere, sondern die Zerfallteilung ergreift nur die männliche Geschlechtszelle nicht auch die weibliche. Dass aber auch die weibliche Geschlechtszelle einem gesteigerten Ausscheidungsbedürfnis zu genügen hat, beweist die Bildung der dicken Membran, mit welcher sie sich umgibt und dass auch das noch nicht genügt, zeigt die Ausscheidung in der Form der Zellteilung, welche in der Bildung der Richtungskörperchen zum Ausdruck kommt

¹ H. de Vries, Die Mutationstheorie. Bd. I. p. 616—620.

² R. Hertwig, Ueber Knospung und Geschlechtsentw. v. *Cydra fuscaria*. Centralbl. Bd. 26. p. 489.

und die eventuell sich daran anschliessende ausscheidende Zellteilung in der Form der parthenogenetischen Entwicklung.

Zellteilung und Encystierung sind somit periodische Ausscheidungsprozesse, welche, wie sie selbst zur Engänzung anderer unvollkommen erfolgender Ausscheidungs Vorgänge notwendig waren, selbst auch nur unvollkommenes leisten und deshalb eine zeitweilige Steigerung erfahren müssen. Und deshalb, weil das Eintreten dieser zeitweiligen Steigerung gerade durch solche Einflüsse, welche wir als Stoffzerstörer und deshalb als Veranlassung zu Zellteilung und Encystierung kennen lernten hervorgerufen oder beschleunigt wird, spricht uns auch dieses dafür, dass unsere Deutung der Zellteilung als periodischer Ausscheidungsprozess berechtigt ist.

Die Erkenntnis, dass die Zellteilung und die Abscheidung von Hüllen, welche man als Encystierung bezeichnet, Abscheidungs Vorgänge sind, ermöglicht uns auch eine einheitliche Deutung der Vorgänge, welche sich als Folgen der Befruchtung ergeben, denn wenn Zellteilung und Cystenbildung Ausscheidungsprozesse sind, dann darf man auch sagen, dass die Befruchtung als eine periodische Ausscheidung zu deuten ist und es verschwindet der Widerspruch, der darin hervortrat, dass im Gefolge der Befruchtung das eine Mal eine beschleunigte Zellteilung die Bildung eines Embryo, in einem anderen Fall aber im Gegenteil wie bei Infusorien nach der Konjugation eine Verlangsamung des Teilungsvorganges und in anderen Fällen die Abscheidung einer Cyste um einen dann längere Zeit ruhenden Körper, oder wie man auch sagte in dem einen Fall eine Steigerung des Lebens, in dem anderen Fall dagegen eine Reduzierung der Lebenstätigkeit erfolgte. Sind wir berechtigt — und ich meine nachgewiesen zu haben, dass wir es sind — Zellteilung und Encystierung als verschiedene Formen der Abscheidung zu deuten, dann kommen wir auch aus der Verlegenheit, welche Deutung man der Befruchtung geben soll. Dieselbe ist eben ein Abscheidungs Vorgang, der sich einmal in der Form der Zellteilung, das andere Mal in der Form einer Art Encystierung vollzieht.

Die Berechtigung, die Befruchtung als eine periodische Ausscheidung zu deuten, ergibt sich aber nicht nur aus den Folgen dieses Vorganges, sondern auch aus der Tatsache, dass das was Zellteilung und Encystierung hervorruft oder das Eintreten dieser Vorgänge beschleunigt, ebenso das Eintreten der geschlechtlichen Vorgänge verursacht. Schon bei der Besprechung der periodisch gesteigerten Ausscheidungsvorgänge als Zellteilung und Encystierung ergab sich das. Denn die Gameten der Protozoen, welche zur geschlechtlichen Vereinigung schreiten, waren das Resultat einer solchen beschleunigten Zellteilung und mit der Entwicklung der beschleunigten Zellteilung als Blütenbildung der Pflanzen oder als beschleunigte Zellteilung, welche die sekundären Geschlechtscharaktere der Tiere entwickelte, verband sich auch das Reifen der Geschlechtszellen.

Beim weiblichen Geschlecht führte die gesteigerte Ausscheidung in der Form einer Art Cyste zur Bildung einer verdickten Membran um das Ei und beim männlichen Geschlecht hatte das gesteigerte Ausscheidungsbedürfnis zur Entwicklung von Spermatozoen durch Zerfallteilung geführt.

Also das was die beschleunigte Zellteilung auslöste, führte zur Bildung von Zuständen, welche mit wenigen Ausnahmen nur durch die Vereinigung im geschlechtlichen Akt eine Fortdauer finden konnten und auch jene weiblichen Geschlechtszellen, welche sich ohne Befruchtung weiter zu erhalten vermochten, die parthenogenetischen Eier, konnten sich vor einem Untergang nur durch den Ausscheidungsprozess retten, welcher erst als Zellteilung in der Bildung der Richtungskörper und dann wieder als Zellteilung zugleich deren Entwicklung bedeutete.

Und nun noch ein Weiteres. Das was die Zellteilung und die Encystierung hervorrief, löst das geschlechtliche Verlangen aus. Denn die Funktion der Bewegung ist, wie man das von höheren Organismen weiss, von grösster Bedeutung für die Auslösung des Begattungstriebes. In den südlichen Breiten, wo höhere Temperaturen herrschen, tritt der Geschlechtstrieb früher auf und ist energischer als in den nördlichen Klimaten. Von dem Hunger wissen wir, dass er bei Protozoen die Konjugation auslöst. Von einer ganzen Anzahl

schädigender Eingriffe in den Stoffwechsel wissen wir, dass sie das Begattungsbedürfnis steigern, ja sogar zu einer sonst nicht stattfindenden geschlechtlichen Vereinigung verschiedenen Arten führen. Beispiele dafür sind, dass O. Hertwig¹ durch eine Anzahl Eingriffe in den Stoffwechsel die Bastardierung bei Seeigeln gelang und dass unter dem schädigenden Einfluss der Domestikation erfolgreiche geschlechtliche Vereinigungen zwischen Arten stattfinden, die sich sonst gar nicht bastardieren würden.

Ebenso wirken ausgesprochene Erkrankungen auf den Organismus. Rhumbler² erwähnt als auffällig, dass er unter kränkelnden *Diffugia lobostoma* 12–14% Paarlinge fand und vom Menschen wissen wir, dass eine ganze Anzahl Erkrankungen, insbesondere die Tuberkulose, den Geschlechtstrieb ungewöhnlich steigern.

Auch das Alter, welches wir als Veranlassung zu beschleunigten Zellteilungen, den sogenannten Altershypertrophien kennen lernten, löst die Geschlechtstätigkeit aus oder steigert dieselbe. Denn die Zerfallteilung, welche zur Bildung der sich kopulierenden Gameten führt, ist schliesslich auch als eine Alterserscheinung zu deuten, das Todblühen alternierender Bäume und die im Alter auftretenden perversen geschlechtlichen Neigungen sind lauter Erscheinungen, welche auf einen gesteigerten Geschlechtstrieb deuten.

Wenn so aus den die Entwicklung und die Reifung der Geschlechtszellen begleitenden gesteigerten Zellwucherungen und aus den Einflüssen, welche den Geschlechtstrieb auslösen und steigern ebenso geschlossen werden kann, dass es sich hier um notwendig werdende Ausscheidungen handelt, wie wir das aus der Tatsache entnehmen mussten, dass im Anschluss an die geschlechtliche Vereinigung die Ausscheidung in Form einer beschleunigten Zellteilung oder einer Cystenbildung erfolgte, so ergibt sich die Berechtigung zu dem Schluss, dass Zellteilung, Encystierung und Befruchtung gleich-

¹ O. Hertwig, Experimentelle Studien am tierischen Ei vor, während und nach der Befruchtung.

² L. Rhumbler Zelleib-, Schalen- und Kern-Verschmelzung bei den Rhizopoden und deren wahrscheinliche Beziehung zu phylogenetischen Vorstufen der Metazoenbefruchtung. Biol. Zentralbl. Bd. XVIII, 1898.

artige Vorgänge sind, auch noch aus einer Anzahl weiterer Erscheinungen.

Zunächst ist die Uebereinstimmung darin zu erkennen, dass Einflüsse, welche die Ausscheidung in der Form der Zellteilung steigern, auch dort notwendig erscheinen, wo dieser Ausscheidungsvorgang durch die Befruchtung hervorgerufen wird. Denn Wärme, Hunger und Alter, von denen wir erfahren haben, dass sie die Zellteilung beschleunigen, führen zur Entwicklung des männlichen Geschlechtes, bewirken somit dass erst der zellenreichere Aufbau, welcher sich mit der Entwicklung des männlichen Organismus verbindet, das gesteigerte Ausscheidungsbedürfnis zum Ausdruck bringt, und dass dann darüber hinaus auch die Zerfallteilung, welche zur Bildung der Spermatozoen führt, dem gesteigerten Ausscheidungsbedürfnis genügen muss. Von den Beobachtungen, auf welche ich mich in meinem Buche berufen, um zu zeigen, dass »ungünstige Einflüsse« die Entwicklung des männlichen Geschlechtes bedingen, beschränke ich mich hier, auf die Experimente von W. Kurz¹ hinzuweisen, weil diese Experimente ganz besonders deutlich die Einflüsse erkennen lassen, um die es sich hier handelt. Kurz gelang es dadurch, dass er das Wasser seiner Aquarien quantitativ oder qualitativ unzureichend zum Lebensunterhalt werden liess, von 40 Arten der Krebsgattung Cladocera, von denen man bis dahin nur die Weibchen gekannt hatte, Männchen zu erlangen. Dabei war noch ganz besonders bemerkenswert, dass der Uebergang in die ungünstigeren Existenzbedingungen in Zwitterbildungen zum Ausdruck kam.²

Sodann ist es die Tatsache, dass ebenso wie Zellteilung und Encystierung einander zu ersetzen vermochten, auch die Befruchtung durch diese beiden Ausscheidungsprozesse ersetzt werden kann. Am bekanntesten ist die Erfahrung, dass Pflanzen durch ungezählte Generationen ungeschlechtlich vermehrt werden können. Möbius³ ist nach einer eingehenden

¹ Wilhelm Kurz, Dodekas neuer Cladoceren. Sitzungsber. d. Wiener Akad. LXX. 1874.

² Wilh. Kurz, Ueber androgyne Missbildung bei Cladoceren. Sitzungsber. d. Wiener Akad. LXIX. 1874.

³ Möbius.

Untersuchung des vorliegenden Tatsachenmaterials sogar zum Schluss gekommen, dass deren konstitutionelle Kraft dadurch keine Einbusse erleide. Tatsächlich gibt es ja Pflanzen, die seit Jahrtausenden nur ungeschlechtlich vermehrt werden, und solche, von denen man Geschlechtszellen gar nicht kennt. Bei den Infusorien musste man nach den Untersuchungen von Maupas erwarten, dass ohne das Daswischentreten einer Konjugation nach einer bestimmten Anzahl Generationen ein Absterben erfolgen müsse.

Nun hatte aber R. Hertwig¹ um die gleiche Zeit festgestellt, dass die Verjüngung des Kernapparates bei *Paramäcium* auch ohne Konjugation also »partenogenetisch« stattfinden kann. Und jetzt haben die bereits erwähnten experimentellen Untersuchungen Clarks² ergeben, dass die Konjugation durch eine beschleunigte Zellteilung überflüssig wird, dass heisst ersetzt werden kann. *Paramecien* von zwei Zuchtstämmen wurden gemischt und darauf in zwei Partien geschieden. Die eine dieser beiden Partien wurde in einem Apparat ununterbrochenem Schütteln ausgesetzt, die andere nicht weiter beeinflusst. Das Resultat blieb bei wiederholt durchgeführten Versuchen immer das gleiche. Die Kultur im Schüttelapparat konjugierte nicht, während die andere bis 225 konjugierte Paare enthielt. Die durch das Schütteln zu energischerem Stoffzerfall und zu einer reichlicheren Ausscheidung durch Teilung veranlasste Kultur leistete auf diese Weise jene Ausscheidung, welche die andere durch die Konjugation in Fluss bringen musste.

So wie hier an die Stelle der Konjugation die gesteigerte Zellteilung für das Ausscheidungsbedürfnis aufzukommen vermag, so kann umgekehrt der Einfluss, den das Sperma auf das Ei ausübt, unter Umständen ersetzt werden. Wir lernen immer mehr Eingriffe kennen, durch welche Eier zur parthenogenetischen Entwicklung, d. h. durch welche der Ausscheidungsprozess in der Form der Segmentierung in den Fluss gebracht wird und dadurch das Leben, welches das Ei repräsentiert, erhalten wird.

¹ R. Hertwig, Ueber die Konjugation der Infusorien. Abh. d. kön. bayr. Akad. d. Wiss. II. Kl. XVII.

² Clark. l. c.

Endlich ergibt sich die Uebereinstimmung zwischen Zellteilung, Encystierung und Befruchtung des weiteren daraus, dass auch dieser letztere Vorgang als Stoffwechsel Unvollkommenes leistet. Denn auch dieser Prozess bedarf, wie wir das von Zellteilung und Encystierung erfuhren, einer zeitweiligen Steigerung. Dieses kommt darin zum Ausdruck, dass eine »Blutauffrischung« nicht nur nach der Erfahrung wünschenswert ist, sondern dass sich auch in der Natur die mannigfaltigsten Einrichtungen entwickelt haben, welche dafür Sorge tragen, dass das geschieht.

Die Befruchtung erscheint somit als eine periodische Ausscheidung, weil die Ausscheidungsvorgänge Zellteilung oder Cystenbildung sich als Folge derselben ergeben, weil die Befruchtungsbedürftigkeit durch die gleichen Einflüsse gesteigert wird, welche Zellteilung und Encystierung auslösten, weil dieselbe überflüssig wird, wenn durch andere Einflüsse jene Ausscheidungsvorgänge in Gang gebracht werden, welche sonst Folgen der Gametenverbindung sind. Die Notwendigkeit einer periodischen Steigerung der mit der Befruchtung verbundenen Vorgänge zwingt zur Annahme, dass auch dieser Stoffwechselvorgang Unvollkommenes leistet.

So ergeben sich denn Zellteilung, Encystierung und Befruchtung als periodische Ausscheidungsprozesse, welche notwendig werden, weil andere bekannte Ausscheidungsprozesse unvollkommen erfolgen. Weil diese Prozesse somit Schäden im Betrieb des Organismus ausgleichen, konnte ich den engen Zusammenhang zwischen diesen Prozessen und Schädigungen des Betriebes nachweisen und konnte insbesondere die Zellteilung als eine Reaktion auf ungünstige Einflüsse und deshalb die Neigung der Zellen sich bei Gefahren, die ihr Leben bedrohen, zu teilen als eine Eigenschaft erweisen, welche sich im Kampfe ums Dasein entwickeln musste. Wenn Zellteilung, Encystierung und Befruchtung so als Folge des Ueberlebens des Passendsten, als periodische Ausscheidungsvorgänge erscheinen, welche die Unvollkommenheit der anderen Stoffwechselvorgänge notwendig machen, so bringen sie in anderer

und zugleich bestimmterer Form die Ursache für jene Reihen des Geschehens, welche Alexander Braun¹ zur Vorstellung von einer Verjüngung in der Natur führte und für deren tatsächliches Bestehen später die Untersuchungen von O. Bütschli² und W. Engelmann³ die erste wirklich wissenschaftliche Grundlage schufen.

Es erübrigte nunmehr noch darauf einzugehen, worin sich die drei Formen der periodischen Ausscheidung Zellteilung, Encystierung und Befruchtung von einander unterscheiden und insbesondere warum der letztere von diesen drei Prozessen die Vereinigung von zwei Individuen notwendig macht. Es würde das für heute zu weit führen, soll aber in der eingangs erwähnten ausführlicheren Arbeit geschehen.

¹ Alexander Braun, Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur, insbesondere in der Lebens- u. Bildungsgeschichte der Pflanzen. 1851.

² O. Bütschli, Studien über die erste Entwicklung d. Zelle u. die Konjugation der Infusorien. 1876.

³ Th. W. Engelmann, Ueber die Entwicklung und Fortpflanzung d. Infusorien. Morph. Jahrb. Bd. I. 1876.

Die tierische Abstammung des Menschen.

Vortrag, gehalten am 23. April 1907, von **Dr. Karl Ungar.**

Am 5. Januar 1878 hielt Herr Professor Martin Schuster in diesem Verein einen Vortrag über das Alter des Menschengeschlechtes, welcher Vortrag im 28. Jahrbuch der Verhandlungen und Mitteilungen des siebenbürgischen Vereines für Naturwissenschaften vollinhaltlich veröffentlicht wurde. Das Studium dieser Arbeit ist insoweit interessant und belehrend, als ein Vergleich des damals Gebotenen mit den Forschungsergebnissen der Jetztzeit erkennen lässt, wie sehr die Wissenschaft auf dem Gebiete der Urgeschichte des Menschen vorwärts gegangen ist. Wenn ich es wage, diese Forschungen in einem Sammelreferate Ihnen, hochgeehrte Anwesende, vorzuführen, so bitte ich an dieses Unterfangen keinen all zu strengen Maßstab anzulegen; denn einesteils wird ein Dilettant nur Stückwerk liefern können, und dazu in einer Form, die den Anfänger erkennen lässt; andernteils sind die Quellen nur unvollkommen und spärlich, aus denen ich das Folgende schöpfen konnte. Immerhin fühle ich mich berechtigt, über dieses Thema zu sprechen, da jahrelange Studien und ein lebhaftes Interesse mich einen gewissen Ueberblick über diese Fragen gewinnen liessen.

Die unmittelbare Veranlassung zu diesem Vortrag war einerseits die 25. Wiederkehr des Todestages Ch. Darwins, andererseits ein Artikel des Kieler Professors der Botanik, Johannes Reinke, betitelt: »Die Abstammungslehre und der Mensch«, welcher Artikel auch in unsere heimische Presse Eingang fand. Der Autor, bekanntlich der eifrigste Verfechter des Neovitalismus, sucht in diesem Aufsatz zu beweisen, »dass wir über den Ursprung des Menschen nichts wüssten und

sehr wahrscheinlich niemals etwas wissen werden; dass der Darwinismus ein Ergebnis spekulativer Phantasie sei; die bisher beigebrachte Beweise für die tierische Abstammung des Menschen nichtssagend und vieldeutig wären; auch der biologische Beweis der Verwandtschaft zwischen Menschen und Affenblut sei zwar interessant, aber nach keiner Richtung beweisend usw.«; der Hauptschlager dieser Schrift ist aber der Passus: »Das scheinbar so stolze Gebäude der dogmatischen Abstammungslehre des vorigen Jahrhunderts liegt in Trümmern.« Also »ignoramus et semper ignorabimus!« Etwas weniger schroff drückte sich Reinke in einem vor kurzem in München gehaltenen Vortrag aus, in welchem er zu beweisen sucht, dass die Naturwissenschaft niemals hinter das Geheimnis der Dinge dieser Welt kommen werde und könne, sondern dass sie resigniert die Waffen strecken müsse vor der Religion.

Wer ohne Voreingenommenheit und ohne vorgefasste Meinung die Fortschritte der Naturwissenschaften seit der Begründung der Lehre Darwins sich vergegenwärtigt und zu beurteilen im Stande ist, welch befruchtenden Einfluss gerade diese Theorie auf jeden Zweig der Naturlehre schon bisher ausgeübt hat, der wird mit Befremden die Behauptungen Reinkes zur Kenntnis nehmen. Ich unterlasse es absichtlich, mich auf das Gebiet der Philosophie zu begeben und zu untersuchen, ob die Naturwissenschaft sich der Religion unterordnen müsse oder umgekehrt, sondern ich will nur fragen, ob es berechtigt ist, einem Wissenszweig gegenüber, der von Tag zu Tag neue Forschungsbahnen eröffnet, fortgesetzt neue Stützen seiner Lehren gewinnt, Nihilismus oder auch nur Skeptizismus entgegenzusetzen. Ich beschränke mich darauf, die Behauptung Reinkes, dass wir über die tierische Abstammung des Menschen nichts wüssten und höchstwahrscheinlich nie etwas wissen werden, auf ihre Richtigkeit und Stichhaltigkeit zu prüfen und gegen sie die Ergebnisse der Forschungen von Schwalbe in Strassburg, Klaatsch in Heidelberg, Kollmann in Basel und vieler anderer in grossen Zügen vorzuführen.

Im Jahre 1891 fand der damalige holländische Militärarzt, jetzt Professor der Paläontologie in Amsterdam, Dr. Eugen

Dubois, im Bette des Bengawanflusses auf der Insel Java Skelettreste, welche theils einem Menschen, theils einem Affen anzugehören schienen. Diese Reste bestehen aus einem Bruchstück des Schädels, einem Oberschenkel und 2 Backzähnen. Dubois beschrieb seine Entdeckung in einer kurzen Monographie als eine menschliche Uebergangsform und nannte sie »*Pithecanthropus erectus*« «aufrechtgehender Affenmensch.« Das geologische Alter dieser Knochen liess sich nur mit Schwierigkeit bestimmen, da sie in einem vulkanischen Materiale ruhten, welches in Bruchstücken einst von irgend einem höher gelegenen Orte durch das Wasser an die Fundstelle geschwemmt worden war; aus der Tatsache indess, dass das feste Gestein darunter dem Miocän, dem mittleren Tertiär entstammte, und andere fossile Reste in derselben Schichte dem Pliocän angehörten, konnte man mit grösster Wahrscheinlichkeit schliessen, dass der *Pithecanthropus* der letzten Periode der Tertiärzeit angehört haben mochte.

Das Schädeldach dieses interessanten Wesens hat einen beträchtlichen Längen- und Breitendurchmesser, beiläufig, wie es dem heutigen Menschen zukommt; jedoch ist die Wölbung flacher, niedriger, die Stirne fliehend, und es treten die Supra-orbitalbögen stark hervor, Verhältnisse, wie sie einem menschlichen Schädel von heute in dem Masse nicht entsprechen, sondern mehr dem Schädel der Anthropoiden eigentümlich sind. Der Oberschenkel ist in seinen Dimensionen und seiner Gestalt einem menschlichen ziemlich entsprechend, nur findet sich an seiner hinteren Fläche eine starke Knochenwucherung, die wie callöses Gewebe nach einem Knochenbruch aussieht. Was endlich die Zähne anbelangt, so erinnern die beiden Backzähne durch die starke Divergenz ihrer Wurzeln und die Gestalt und Beschaffenheit der Krone vollkommen an die der Menschenaffen.

Sie wissen, geehrte Anwesende, welcher ein Streit sich über diese Skeletteile in der Gelehrtenwelt erhob; insbesondere R. Virchow stand im Vordertreffen dieser oft leidenschaftlich geführten Kontroverse; ich verschone Sie mit den einzelnen Phasen derselben und will Ihnen nur berichten, dass alle Forscher sich heute darüber einig sind, dass der *Pithecanthropus erectus* wirklich ein Zwischenglied ist zwischen den

Menschen und jener tierischen Urform, von der der Mensch abstammt. Kollmann hält ihn für einen abgeänderten Abkömmling eines solchen Zwischengliedes; dann wäre die Menschenähnlichkeit des Pithecanthropus als Konvergenzerscheinung aufzufassen und die fliehende Stirn und die starken Supraorbitalwülste, die ihn dem heutigen Australier ähnlich erscheinen lassen, wären nicht Zeichen der Deszendenz, sondern extreme Formen der Variabilität. Wie dem nun auch immer sei, so viel steht für uns fest, dass der Affenmensch von Dubois nahe Beziehungen zum heutigen Menschen hat, ob er nun auf der direkten Abstammungslinie steht, oder aber ein Uebergang von der Urform am Menschen vorbei zum Gibbon ist.

Von grösserer Bedeutung ist für unsere Untersuchungen eine andere Reihe von Funden, die in Europa an verschiedenen Orten gemacht wurden und überall Knochenreste einer Menschenrasse zu Tage förderten, die sich durch ganz bestimmte und stets gleiche Merkmale von dem heute lebenden Menschen unterscheidet.

Im Jahre 1856 fanden Arbeiter bei der Ausräumung einer Höhle im Kalkgebirge des Neandertales bei Düsseldorf Teile eines menschlichen Skelettes, von welchem nebst einigen anderen Knochen durch einen Arzt namens Fuhlrot das Schädeldach geborgen werden konnte. Dasselbe zeichnet sich durch eine auffallende Flachheit aus, ferner dadurch, dass die Ueberaugenwülste stark hervorragen, so dass der Kopf einen tierischen Charakter erhält. Sie kennen die weitere Geschichte auch dieses Neandertalfundes; während er einerseits für eine Mittelstufe zwischen Mensch und Affe gehalten wurde, erklärte ihn Virchow kurzweg für pathologisch: es seien die Reste eines Individuums, das in der Jugend Rhachitis gehabt und später auch einen Schädelbruch erlitten habe. Auf dieses Urteil hin ruhten die Neandertalknochen 4 Jahrzehnte lang im Museum zu Bonn. Aber im Jahre 1887 fand man am Eingang einer Höhle in Spy bei Namur in Belgien Teile zweier menschlicher Skelette, die denselben Typus wie der Neandertalmensch zeigten, und man fand sie in Gesellschaft von Knochen des Höhlenbären, Rhinoceros und Mammuth, und von Feuersteinmessern aus der ältesten Periode der Eiszeit. Als ein

Jahrzehnt später bei Krapina in Kroatien Herr Gorjanovic-Kramberger aus Agram Knochenfragmente von etwa 10 Individuen, zugleich mit primitiven Werkzeugen und Knochen des Höhlenbären fand, dazu in einer Lagerung, die geologisch völlig klar war, — da war der Streit endgiltig zugunsten derjenigen entschieden, die den Neandertaler für einen niederstehenden Vorfahren des heutigen Menschengeschlechtes ansahen; da wurde dieser vielgelästerte Neandertalschädel von Schwalbe und Klaatsch noch einmal hervorgeholt, nach allen Richtungen gemessen und verglichen, und seither zweifelt wohl niemand mehr daran, dass der altdiluviale Mensch anders aussah, wie der Mensch von heute, dass er in bezug auf Sprache und Intelligenz tiefer stand, dafür an Körperkraft, Widerstandsfähigkeit und Wildheit uns bedeutend überlegen war. Seither sind noch von zahlreichen Orten, so von Kleinkems am Rhein, aus der Schipkahöhle, auch von Amerika Funde fossiler Menschenknochen gemeldet worden, die in ihren Merkmalen im wesentlichen mit dem besprochenen Funde übereinstimmen.

Ueber die fossilen Menschenknochen aus Kroatien nun möchte ich Ihnen genaueres berichten; denn ich glaube, dass nur wenigen unter Ihnen eingehendere Kenntnis von diesen höchst wichtigen und für die ganze Frage der menschlichen Abstammungslehre entscheidenden Funden geworden ist.

Der Professor für Geologie und Paläontologie in Agram, Dr. Karl Gorjanovic-Kramberger brachte im Jahre 1899 in Erfahrung, dass im nördlichen Kroatien, nahe bei dem Orte Krapina, in dem schmalen, vornehmlich von marinmiocänen Bildungen eingesäumten Tale des Baches Krapinica eine Fundstelle fossiler Knochen sei. Schon im September desselben Jahres begab er sich mit seinem Assistenten Osterman dahin und begann mit den Ausgrabungen, die er in den nächsten Jahren fortsetzte, und die eine reichliche Ausbeute ergaben. Genannter Herr Dr. Gorjanovic berichtete hierüber in erschöpfender Weise in den Jahrbüchern der Wiener anthropologischen Gesellschaft, aus welchen Arbeiten ich Ihnen das Folgende auszugsweise mitteile.

25 Meter oberhalb des heutigen Flusslaufes fand sich eine Vertiefung oder Höhle, deren Boden aus grobem Gerölle

besteht, während darauf in zahlreichen Schichten sogenanntes Eluvium lagert, d. i. Verwitterungsprodukte des marinen Sandes oder Tones, der seitlich und oberhalb dieser Vertiefung ansteht. Wir müssen uns vorstellen, dass der Krapnicabach in jener vorgeschichtlichen Zeit 25 Meter höher floss, als jetzt, dass er damals die Höhle auswusch und sein Gerölle, Kalkstücke, Quarz- und Sandsteine, oder bei ruhigerem Flusslauf schlammig-sandige Sedimente absetzte. Dieser Schichtenkomplex ist etwa 1 Meter dick und führt auch Reste einer Wasserschnecke und von Biber.

Alle übrigen darauf folgenden Schichten nun bestehen aus dem feinen Sandstein, der durch Verwitterung von den überhängenden Wänden langsam abbröckelte, ferner aus einzelnen grösseren Sandsteinblöcken und aus den Knochenresten, die meist an der Peripherie der Höhle liegen und in gehäufte Menge sich oft in sogenannten Kulturschichten finden; diese letzteren entstanden durch die Menschen, welche in dieser Höhle hausten und manigfaltige Spuren hinterliessen. Ausser Tier- und Menschenknochen findet man in ihnen Asche, Holzkohlen und rotgebrannte Sandsteinstücke, also es waren Feuerstellen von hier lebenden Menschen. Die reichste dieser Schichten war die in der 3. Zone; sie bestand aus einem Feuerlager, in welchem fast ausschliesslich menschliche, von verschiedenen alten Individuen herrührende Knochen sich fanden, die meistens zerbrochen und angebrannt waren.

Die in dieser Höhle vorgefundenen Tierknochen, im ganzen etwa 1500 Stück, gehören meist Säugetieren an; unter ihnen überwiegt bei weitem der Höhlenbär, von dem über 700 Skeletteile geborgen wurden, weiters sind solche vom braunen Bär, Wolf, Alpenmurmeltier, Biber, Pferd, Nashorn, Wildschwein, Urochs, einer Katzenart und 3 Cervusarten; sämtliche Knochen waren so mürbe, dass man sie nicht einmal mit einer weichen Bürste abwischen durfte; man musste sie zuerst an der Sonne trocknen, wodurch sie etwas resistenter wurden; dann imprägnierte man sie mit einer Auflösung von Schellack in Alkohol.

Die vorgefundenen Reste menschlicher Skelette stammen teils von sehr jungen Individuen aus der Zeit des Zahnwechsels,

teils von kräftigen des mittleren Lebensalters, teils von Greisen ab, alle aber gehören gesunden Menschen an. Bei allen nun sind 2 hervorstechende Merkmale zu finden; erstens die starken Supraorbitalbögen und zweitens die zahlreichen Schmelzfalten an den Malzähnen, eine Erscheinung, deren Bedeutung ich später in einem anderen Zusammenhange näher besprechen werde.

Das genaue Studium dieser Skeletteile, das Herr Dr. Gorjanovic unter Mithilfe von Schwalbe, Klaatsch und anderer namhafter Forscher durchführte, ergab nun, dass die vorgefundenen Knochen etwa 10 Individuen angehört hatten, die sich durch folgende Merkmale auszeichneten; Der Kopf ist meist brachycephal, hat starke Supraorbitalbögen, relativ hohe Stirne, schwach entwickelte processus mastoidei, zahlreiche Schmelzfalten an den Mahlzähnen, breiten, stark vortretenden Unterkiefer, der des Kinnes entbehrt, meist massive Knochen der Extremitäten. Diese Eigenschaften machen es höchst wahrscheinlich, dass der Mensch von Krapina ein Zeit- und Artgenosse des Neandertalers und des Menschen von Spy war.

Uebrigens scheint es, als ob die vorgefundenen Reste nicht einer und derselben Rasse angehört haben; denn Verschiedenheiten im Bau der Oberarmknochen und Schlüsselbeine, sowie verschiedene Wölbungen der Schädeldächer lassen zwei Typen erkennen, von denen der eine kräftiger war, als der andere. Es gewinnt dieser Umstand eine gewisse Bedeutung im Zusammenhang mit der Beobachtung, dass die meisten Menschenknochen in einer ganz bestimmten Kulturschichte in zerschlagenem und angebranntem Zustande sich fanden. Herr Dr. Gorjanovic spricht da die plausible Vermutung aus, dass hier die Ueberreste eines Kannibalenmales vorlägen; es seien die ursprünglichen schwächeren Höhlenbewohner durch eine Horde stärkerer Kannibalen überrumpelt worden, ihre Leichen hätte man gebraten und die Knochen zertrümmert, um das Gehirn und das Knochenmark verzehren zu können. Dass auch Knochen von der stärkeren Rasse sich finden, erklärt sich leicht daraus, dass die Ueberfallenen sich zur Wehr setzten, wobei auch einige Angreifer gefallen sein können. Beiderlei Menschen indessen gehörten zum selben Typus des altdiluvialen Menschen »homo primigenius« (Schwalbe).

Ausser den Knochen wurden auch einzelne Geräte gefunden, so namentlich Feuersteine in Form von Messern, Dolchen und Schabern, ferner eine Knochenaxt aus einem Tibiastück und noch ein spitzes Knochenwerkzeug.

Diese Knochenreste wurden auch einer chemischen Analyse unterzogen; Carnot hatte nämlich gefunden, dass man das geologische Alter von Knochen aus der Menge von Fluor in denselben annähernd berechnen könne. Er brachte heraus, dass, wenn man die Fluormenge in den ältesten Knochen gleich 1 setzt, sie in tertiären Knochen gleich 0.64, in diluvialen 0.35 und in recenten 0.05--0.06 ist. Nach diesem Prinzip berechnet, ergab sich in den Knochen von Krapina das Verhältnis von 0.23, also eine annähernd dem diluvialen Alter entsprechende Menge Fluor.

Durch diese fossilen Menschenreste haben wir nun die Gewissheit erlangt, dass der Mensch, der gleichzeitig oder vor dem Beginn der Vergletscherung in Europa lebte, anders geartet war, und sich von dem Menschen der Jetztzeit durch eine ganze Reihe von körperlichen Merkmalen unterschied. Der Kopf dieses Menschen — des homo primigenius nach Schwalbe — war niedrig, die Stirn zurücktretend, die Augenhülste traten stark hervor, das Kinn war mangelhaft entwickelt, der Zahnbogen gross und stark, die Zähne tierischer, die Extremitäten wiesen Merkmale auf, die mehr dem Tiere zukamen und darauf hindeuteten, dass der Mensch sich noch nicht vollkommen der aufrechten Körperhaltung angepasst hatte; dabei ist der ganze Mensch massiger und plumper.

Dieser homo primigenius hat auch sonstige Spuren seiner Existenz und Lebensweise hinterlassen; er lebte in Höhlen und Grotten, machte auf Mammuth, Höhlenbär, bison priscus bos primigenius, auf Riesenhirsch, Renntier und Steinbock Jagd, lebte von dem Fleisch und dem Mark dieser Tiere, die er mit Feuersteinmessern, Aexten und Hämmern zerfleischte; aus dem Pelze dieser Tiere verfertigte er sich Kleider mit Hilfe von Nähnadeln aus Knochensplittern und Fäden aus den Sehnen des Renntieres; und es mutet uns an wie die Morgenröte der heutigen Kultur, dass er sich oder seinen Kindern musikalische Instrumente, kleine Pfeifchen aus den Finger- und Zehenknochen herzustellen wusste, dass er sich gerne

schmückte, teils durch Bemalung mit verschiedenfarbiger Erde, teils durch Umhängen von Halsketten aus Muscheln, Schnecken, und Zähnen; am wunderbarsten erscheint uns sein Zeichen-talent; die zahlreichen Höhlenbilder, primitive, aber naturge-treue Zeichnungen von Tieren an den Felswänden der Grotten und Höhlen, sowie seine Schnitzereien auf Knochen erregen im höchsten Masse unser Interesse.

Man liest und hört auch heute noch häufig, dass die tierische Abstammung des Menschen erst dann bewiesen sei, wenn das »Bindeglied zwischen Mensch und Affe« gefunden sei. Die vorgehend beschriebenen Menschenfunde sind wohl zweifellos als solche Bindeglieder anzusehen; gewiss sind sie nicht die einzigen; denn mannigfache Etappen werden da in den ungeheuren Zeiträumen der Menschwerdung gewesen sein. Ganz gewiss sind uns nicht von allen Wesen, die einmal gelebt haben, versteinerte Knochen überliefert: von vielen sind sie zerstört worden (besonders Menschenknochen erhalten sich sehr schlecht), andere liegen in Schichten der Erde, die heute unter dem Weltmeer oder dem ewigen Eise der Polargegen-den begraben sind; aber alle Funde, die wir noch mit Be-simmtheit erwarten können, werden sich einreihen lassen in jene Kette von Organismen, die die Stufenleiter vom Tier zu Mensch markieren.

Indessen — wir bedürfen solcher Funde gar nicht, denn auch ohne sie müssten wir die Ueberzeugung haben, dass Mensch und Tier zusammengehören. Weder Darwin noch Hückel haben behauptet, dass der Mensch direkt vom Affen ab-stamme; diese Behauptung wurde ihnen untergeschoben: denn keiner der noch lebenden Anthropoiden kann sich der Ehre rühmen, der direkte Stammvater des Menschen zu sein. Wohl aber müssen wir uns vorstellen — und das ist die unbe-strittene These aller ernstesten Forscher — dass Mensch und Affe beide die Nachkommen eines gegenwärtig ausgestorbenen Tierstammes seien, und die Entwicklung des Menschen von einer Form ausging, die sich noch in einem relativ indifferenten Zustand befand. Es hat einmal eine Säugetierart auf der Erde gegeben, in der steckte nicht bloss der Mensch, sondern es steckten darin auch Gorilla, Schimpanse, Orang-Utang und Gibbon; sie alle sind nachher aus ihr hervorgegangen, so wie

ungleiche Söhne eines Vaters. Jene Urform ist lebend auf der Erde nicht mehr vorhanden; jedenfalls hatte sie grosse Aehnlichkeit mit dem Pithecanthropus und lebte schon im ersten Drittel der Tertiärzeit, dem Eocän. Wir kennen aus dieser Zeit noch Reste affenartiger Tiere; sie sind vom spanischen Forscher Ameghino in Patagonien gefunden worden, der auf die grosse Menschenähnlichkeit dieser Kapuzineraffen hinweist und behauptet, dass diese gracilen, hübschen und zweifellos sehr intelligenten Affen auch verwandtschaftliche Beziehungen zum Menschen hätten. Andere Forscher, darunter Kollmann, vermuten, dass ein naher Verwandter des Schimpanse die Wurzel des Menschenstammes enthalten habe.

Wir stehen heute erst am Anfange der Forschungen über die Uranfänge der Menschheit; kaum 50 Jahre sind es her, dass der erste derartige Fund gemacht wurde, gering noch ist die bisherige Ausbeute, wenig Länder und kleine Gebiete wurden durchwühlt und durchforscht. Aber es ist mit Bestimmtheit zu erwarten, dass die Funde rapid sich häufen werden, bis Asien, Afrika und Australien durch Bauten, Eisenbahnen und Bergwerke ebenso umgegraben sein werden, wie unser kleines Europa.

Dass es auch heute schon viel mutige und opferfreudige Gelehrte gibt, die diesem Problem ihr Leben und ihre Tapferkeit widmen, beweist das Ehepaar Selenka. Sie werden vielleicht vor kurzem in den Zeitungen gelesen haben, dass der Münchener Zoologe Emil Selenka gemeinsam mit seiner tapferen und gelehrten Frau Lenore eine Forschungsreise nach Borneo unternahm; leider ging das Schiff mit den wichtigsten Sammlungen zugrunde; Selenka selbst erkrankte und starb mittlerweile in München, während die Gattin nach Borneo zurückkehrte, um den Verlust zu ersetzen; sie brachte eine Sammlung von Affenembryonen zusammen, die ihresgleichen in der Welt nicht mehr hat. Gegenwärtig rüstet sie eine Expedition nach Java aus, die sorgfältig vorbereitet, mit mehreren tüchtigen Gelehrten versehen, ganz gewiss bedeutende Forschungsergebnisse haben wird.

Ich sagte schon einmal, auch wenn wir keinerlei Funde fossiler Menschen und Vorläufer des heutigen Menschen hätten, könnten und dürften wir nicht im Zweifel darüber sein, dass

der Mensch mit Leib und Seele zum Tierreich gehört, denn nicht nur geologisch-paläontologische Beweise dessen liegen vor, auch auf allen anderen Gebieten weisen die Ergebnisse der Forschungen gebieterisch auf diese einzig mögliche und denkbare Lösung des Problems hin.

Ich will heute die naheliegenden und unzweideutigen Beweise aus dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte und vergleichenden Anatomie ganz ausser Acht lassen, und nur Ihnen noch Mitteilung machen von vielleicht weniger bekannten, aber bedeutsamen speziellen Anhaltspunkten für die Entscheidung jener grossen Frage nach der Herkunft des Menschengeschlechtes.

P. Adloff beschreibt in der Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie einige Besonderheiten des menschlichen Gebisses und ihre stammesgeschichtliche Bedeutung; der Mensch stammt nach ihm von einer Form ab, die ursprünglich eine grössere Anzahl von Zähnen besass. Hand in Hand mit dem Kleinerwerden der Kiefer wurden die Zähne kleiner und weniger an Zahl. Diese Reduktion des Gebisses dauert auch heute noch fort und zeigt sich hauptsächlich in dem Kleinerwerden des zweiten Schneide- und des Weisheitszahnes. Das Verschwinden dieser Zähne ist nur eine Frage der Zeit und über kurz oder lang werden wir statt 32 Zähne deren nur 24 besitzen. Durch vergleichende Untersuchungen des Menschen- und Affengebisses fand Adloff, dass das Milchgebiss des Menschen und Affen untereinander weit ähnlicher ist, als das bleibende. Die ersten Milchbackzähne des Menschen haben Eigenschaften, die den bleibenden fehlen, die aber bei den Zähnen der Affen vorhanden sind. Daher können wir behaupten, dass die Milchbackzähne des Menschen eine ursprünglichere Form repräsentieren, als die bleibenden Zähne. Ferner hat es einen Unterschied in der Form der Back- und Mahlzähne, wie er heute beim Menschen besteht, ursprünglich gar nicht gegeben, sondern es hatten die Vorfahren des Menschen Backzähne, die nach dem Typus der Molarzähne gebaut waren, nur war der erste der kleinste, während die folgenden in der Richtung von vorne nach rückwärts an Grösse zunahmen. Dass der Mensch eine primitivere Form des Gebisses bewahrt hat, trotzdem sich die Backzähne mehr differenziert haben, als bei den Affen,

erhellt aus der Beschaffenheit der Krone. Bei den Zähnen von Gibbon und Gorilla findet man auf den Mahlzähnen fast nur Höcker, bei Schimpanse und Orang fast nur Schmelzfalten, Verhältnisse, die sich durch die Art der Ernährung entwickelt zu haben scheinen. Beim Menschen nun sowohl der Jetztzeit, als auch und zwar in noch höherem Grade bei Menschen des älteren Diluviums — so z. B. bei den Zähnen von Krapina — besitzen die Mahlzähne sowohl Höcker als auch Schmelzfalten, sodass der Mensch eine zwischen beiden Affengruppen vermittelnde Stellung einnimmt. Beim Menschen waren anfangs gewiss auch beide Entwicklungsmöglichkeiten vorhanden; er hat sich jedoch nicht einseitig entwickelt, wahrscheinlich, weil er sehr bald von einer ausschliesslichen Pflanzennahrung zu einer gemischten Kost überging.

Aehnlich wie an den Zähnen haben vergleichend-anatomische Untersuchungen auch an den Haaren der Menschen und Affen Befunde ergeben, die auf eine nahe Verwandtschaft beider schliessen lassen. Der Berliner Physiologe Friedenthal hat in der Gesellschaft der naturforschenden Freunde am Anfang dieses Jahres einen Vortrag hierüber gehalten und hiebei folgendes erwähnt:

Beim Menschen unterscheidet man dreierlei Haare, nämlich Flaum-, Kinder- und Terminalhaare. Der menschliche Fötus ist noch im 6. Graviditätsmonat mit einem dichten Pelz von Flaumhaaren bekleidet, von dem nur die Lippen, Augenlider, Nabel, Handfläche und Fusssohle frei sind; ganz so ist es auch bei den menschenähnlichen Affen, während die anderen Affen andere Verhältnisse darbieten. Nach dem biogenetischen Grundgesetz müssen wir hieraus schliessen, dass die Vorfahren des Menschen einst ebenso wie die Affen vollkommen behaart waren und blieben. Es gibt übrigens Menschen, die Zeit ihres Lebens dieses Haarkleid behalten, sogenannte Pudelmenschen. Kurz vor der Geburt beginnt beim Menschen der Ersatz des Flaumhaarkleides durch die Kinderhaare, die sich als einzelnstehende Wimpern und Augenbrauen, sowie als in Reihen von 2—5 stehende Kopfhare charakterisieren. Die Terminalhaare des Menschen endlich erscheinen erst zurzeit der Pubertät an den Lippen, Achseln und mons Veneris. Im Gegensatze hiezu treten bei den Affen die Terminalhaare schon in den ersten

Lebensjahren auf. Diese Terminalhaare nun sind bei Mensch und Affe, sowohl in bezug auf Struktur, als auch Stellung die gleichen. Eigentümlich ist, dass die Glatze des Menschen auch bei Schimpanse und Orang vorkommt. Die Behaarung des Menschen ist nach den Ausführungen Friedenthals mit der keines anderen Lebewesens zu vergleichen oder zu verwechseln, als mit der der menschenähnlichen Affen.

Auch die von demselben Forscher erwähnte Tatsache, dass die menschlichen Spermatozoen von denen der Anthropoiden kaum zu unterscheiden seien, verdient Beachtung.

Am schlagendsten jedoch wird die Bluts- und Artenverwandtschaft des Menschen und Affen bewiesen durch die sogenannte biologische Blutreaktion.

Es ist in der Heilkunde und Physiologie eine altbekannte Tatsache, dass die Transfusion von artfremdem Blut nicht vertragen wird. Man kann z. B. einen durch starken Blutverlust gefährdeten Menschen nicht dadurch retten, dass man ihm irgend ein Tierblut in die Blutgefäße einspritzt, denn das artfremde Blutserum löst die roten Blutkörperchen auf. Anders steht es, wenn man das Blut zweier Menschen vermischt; sie vertragen sich. Schon Friedenthal hatte gefunden, dass man auch lebendes Schimpansenblut mit Menschenblut mischen konnte, ohne dass eine Auslaugung der roten Blutkörperchen erfolgte. Ebenso kann man Pferde- mit Eselblut anstandslos vermischen, Hasen- mit Kaninchenblut, Mäuse- mit Rattenblut usw., also Blutsorten nahe verwandter Species, und man kann aus dieser Blutreaktion schon Schlüsse auf nähere oder entferntere Verwandtschaft einzelner Tierspecies ziehen.

Diese Eigenschaft der Blutauflösung lässt sich nun künstlich sehr hochgradig steigern und zu einer spezifischen gestalten, wenn man ein Tier, ebenso wie bei der Immunisierung gegen ein Bakterium, gegen das Blutserum einer anderen Tierart immunisiert; d. h. man spritzt z. B. einem Kaninchen wiederholt und in vorsichtig steigender Dosis Blut einer fremden Art, z. B. eines Pferdes ein; dann gewinnt dieses so vorbehandelte Kaninchenblut die Fähigkeit, im Reagenzglas mit dem Serum des Pferdeblutes auch in den denkbar kleinsten Verdünnungen einen Niederschlag zu geben; daher lässt sich mit Hilfe dieser Reaktion Pferdeblut aus anderen Blutsorten

mit Sicherheit erkennen. Indem wir nämlich dem Kaninchen durch das Pferdeserum eine ihm fremde chemische Substanz einverleiben, also ein Gift, entstehen in diesem Kaninchen Stoffe, die das eingedrungene Gift zu binden und unschädlich zu machen sich bestreben, sogenannte Schutzstoffe oder Antitoxine und diese letzteren sind nun ganz spezifisch, d. h. sie wirken nur gegen das Gift, durch welches ihre Bildung veranlasst wurde und nur gegen das Blut jener Tierart, mit dessen Serum die Vorbehandlung erfolgte. Bekanntlich dienen diese Antitoxine in der Heilkunde als Heilmittel gegen die Infektionskrankheiten, z. B. Typhus, Tetanus, Diphtherie usw.

Diese Antitoxine haben nun aber nicht nur eine Wirkung auf die eine Species, sondern auch die Verwandten dieser Species; so wird in unserem Beispiele das Kaninchenserum nicht nur durch Pferde, sondern, wenn auch in etwas geringererem Grade, auch durch Eselserum gefällt; und mit Menschenserum vorbehandeltes Kaninchenblut nicht nur durch Menschenblut, sondern auch durch Affenblut, u. z. entsteht durch das Blut von Orang, Gorilla und Schimpanse ein fast ebenso grosser Niederschlag, während das Blut der Hundsaffen und Meerkatzen eine schwächere Reaktion ergeben und das der Affen der neuen Welt gar keine. Der englische Bakteriologe Nutall in Cambridge untersuchte 900 Blutsorten in mehr als 16.000 Reaktionen und konstatierte auf diese Weise die Verwandtschaft von Vögeln mit Reptilien; Uhlenhut konnte die Verwandtschaft des Tapir mit dem Pferde nachweisen.

Es ist in dieser biochemischen Blutreaktion also ein Mittel gegeben, nicht nur das Blut einer beliebigen Tiergattung oder des Menschen überhaupt zu erkennen, eine Tatsache, die sich die gerichtliche Medizin schon lange durch Uhlenhut zu Nutzen gemacht hat, sondern auch die Verwandtschaft der Tiere untereinander, sowie des Menschen zu den Primaten zu sichtbarem Ausdruck zu bringen und gewissermassen die Ergebnisse der Paläontologie, vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte auf chemischem Wege zu kontrollieren.

Ich bin am Ende meiner Ausführungen angelangt und ich glaube Ihnen bewiesen zu haben, dass die Lehre von der tierischen Abstammung des Menschen kein Phantasiegebilde,

kein Produkt überreizter Hirntätigkeit ist, sondern auf wohl- fundierten und zweifellosen Tatsachen beruht, die nur ein absichtliches Nichtverstehenwollen oder mangelhafte natur- wissenschaftliche Kenntnisse heute noch ignorieren können. Durch die Verwandtschaft mit dem Tiere und die Erkenntnis, aus dem Tierreich entstanden zu sein, braucht der denkende Mensch sich nicht erniedrigt zu fühlen; denn er ist nun nicht ein durch Sündenfall degeneriertes, sondern ein durch eigene Kraft aus tierischer Rohheit sich emporringendes und stetiger Vervollkommenung fähiges Wesen. Und wenn jemand endlich den Einwand machen wollte, dass, wenn auch der Leib des Menschen gewiss nahe verwandt sei mit dem der Tiere, so doch sein Geist so erhaben sei, dass eine unüberbrückbare Kluft ihn von dem höchstentwickelten Tiere trenne, so kann ich hierauf mit den Worten Karl Günthers — aus dessen vortrefflichem Werke: Der Darwinismus und die Probleme des Lebens — folgendes antworten:

»Wir lernten (im Vorhergegangenen), dass so manche Geisteseseigenschaften, die scheinbar nur dem Menschen zuzu- sprechen sind, auch schon im Tiere liegen. Und das lässt uns die Haltlosigkeit der Ansicht derer erkennen, welche in den geistigen Eigenschaften des Menschen etwas gefunden zu haben glauben, was den Herrn der Erde prinzipiell von den anderen Organismen unterscheidet und was eine Ab- stammung des Menschen von den Tieren unmöglich macht. Wir aber wissen nun, dass die Descendenztheorie nicht vor dem Menschen Halt zu machen braucht, dass selbst sein »Geist« kein Hindernis ist, seine Herkunft von tierischen Vorfahren anzuerkennen. Denn der menschliche Geist ist nicht prinzi- piell, sondern nur graduell vom tierischen unterschieden und nichts verbietet die Annahme, dass er aus jenen tierischen Anfängen durch Naturzüchtung auf eine so gewaltige Höhe gebracht worden ist. Wie durch Copernicus die stolze An- sicht des Menschen, dass sein Gebiet, die Erde, das Zentrum der Welt sei, zertrümmert ist, so ist durch Darwin auch seine Ausnahmestellung auf der Erde vernichtet worden. Die Erde ist ein Stadium eines Teiles der ewigen, sich stetig ver- ändernden Weltmasse, das Menschengeschlecht ein Stadium eines Teiles des immerfort wechselnden Organismenreiches.«

Literatur.

- H. Klaatsch: Die Entwicklung des Menschengeschlechtes. 1902.
- Prof. Kollmann: Der Schädel von Kleinkems und die Neandertal-Spy-Gruppe, — im »Archiv für Anthropologie«. 1906. Heft 3--4.
- Prof. Dr. Dürck Hermann: Neuere Forschungen über Eiweiss, Blut und Blutsverwandschaft. Vortrag gehalten in der Anthropologischen Gesellschaft in München am 25. Januar 1907.
- Alsberg M. Neuere Forschungen über Abstammung und Alter des Menschen. Münchener allg. Zeitung. 1907. Nr. 25.
- Grafe Dr. Viktor: Die chemische Bluts- und Artenverwandschaft der Lebewesen. Neue freie Presse. 1907. II./21.
- Friedenthal Dr. H.: Die Behaarung von Mensch und Affe. Vortrag, gehalten in der Gesellschaft für naturforschende Freunde in Berlin; Wiener kl. Wochenschrift. 1907. Nr. 6.
- Ueber einen experimentellen Nachweis von Blutsverwandschaft. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1900.
- Stratz Dr. C. H.: Naturgeschichte des Menschen. Stuttgart, F. Enke. 1904.
- Weichardt Dr. Wolfgang: Weiteres aus der Immunitätslehre. Münchener Mediz. Wochenschrift 1906. Nr. 16.
- Schwalbe Dr. G.: Ueber Zwergrassen, Pygmäen und ihre Beziehungen zur Vorgeschichte des Menschen. Münch. Med. Wochenschrift. 1905. Nr. 28.
- Guenther Dr. Konrad: Der Darwinismus und die Probleme des Lebens. Freiburg, F. M. Fellsenfeld. 1905.
- Bölsche Wilh.: Weltblick; Dresden, C. Reissner, 1904.
- Die Abstammung des Menschen. Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde.
- Reinke Dr. Johannes: Die Abstammungslehre und der Mensch. Der »Tag«, 1907.
- Philosophie der Botanik. Leipzig, J. A. Barth. 1905.
- Häckel E.: Anthropogenie.
- Darwin Ch.: Die Abstammung des Menschen.
- Dr. Gorjanovics-Kramberger: Der paläolithische Mensch und seine Zeitgenossen aus dem Diluvium von Krapina in Kroatien. 1901, 1902, 1904, 1905. — Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft. Wien.
- P. Adloff: Einige Besonderheiten des menschlichen Gebisses und ihre stammesgeschichtliche Bedeutung. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie. Bd. X., 1906.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen und Mitteilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt. Fortgesetzt: Mitt.der ArbGem. für Naturwissenschaften Sibiu-Hermannstadt.](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [57](#)

Autor(en)/Author(s): Jickeli Carl Friedrich

Artikel/Article: [Zellteilung, Encystierung und Befruchtung als periodische Ausscheidungen. 3-42](#)