Tod
und
Unsterblichkeit

Von

Paul Kammerer

Stuttgart
Ernst Heinrich Moritz (Inh. Franz Mittelbach)

A 20

Paul Kammerer
Tod und Unsterblichkeit

Tod und Unsterblichkeit

Von

Paul Kammerer

Mit 22 Abbildungen

Stuttgart 1923
Ernst Heinrich Moritz (Inh. Franz Mittelbach)

616

PNFL 29

Redemptoristen
Grenzgebiete
der Wissenschaft
Österr. Provinz

1958.1692
(b 1974)

Inhaltsübersicht.

	Seite
Vorwort	VI
Der Tod, eine allgemeine Eigenschaft des Lebens?	1
Natürlicher oder gewaltsamer Tod?	2
Die Unsterblichkeit der Einzeller (Urwesen)	4
Die „ewigen" Kulturen" von Woodruff	12
Werden und Vergehen in physikalisch-chemischer Beleuchtung (Stoffkreislauf)	15
Urwesenzuchten und Stoffwechselgifte	19
Altern und Sterben der vielzelligen Tiere und des Menschen (Metazoen)	21
Der Nerventod	28
Das Altern der vielzelligen Pflanzen (Metaphyten)	32
Das Altern der Kolloide und die „Hysteresis" der Biokolloide	36
Tod aus inneren oder äußeren Ursachen?	38
Der Unfug des Sterbens	41
Die Ordnung der Todesarten	42
Möglichkeiten der Unsterblichkeit für die Vielzeller	45
Der naiv-materialistische Unsterblichkeitsglaube von C. L. Schleich	50
Verjüngungsversuche	53
Die Lebensuhr	59
Die Rolle der Blutdrüsen beim Altern und Verjüngen	60
Altern und Altersbekämpfung vom Darme aus	63
Die Rolle des Egoismus und Altruismus beim Altern der Gewebe	69
Befruchtung als Verjüngung	73
Rassen- und Artentod	80
Das Zeugnis der Versteinerungen	86
Die „Boten des Todes"	93
Unsterblichkeit der Seele	101
Schlußwort	108
Wichtigste Schriften	110
Anmerkungen	113
Register	123

616

PNFL 29

Redemptoristen
Grenzgebiete
der Wissenschaft
Österr. Provinz

1988 1692
(B 1974)

Inhaltsübersicht.

	Seite
Vorwort	VI
Der Tod, eine allgemeine Eigenschaft des Lebens?	1
Natürlicher oder gewaltsamer Tod?	2
Die Unsterblichkeit der Einzeller (Urwesen)	4
Die „ewigen" Kulturen" von Woodruff	12
Werden und Vergehen in physikalisch-chemischer Beleuchtung (Stoffkreislauf)	15
Urwesenzuchten und Stoffwechselgifte	19
Altern und Sterben der vielzelligen Tiere und des Menschen (Metazoen)	21
Der Nerventod	28
Das Altern der vielzelligen Pflanzen (Metaphyten)	32
Das Altern der Kolloide und die „Hysteresis" der Biokolloide	36
Tod aus inneren oder äußeren Ursachen?	38
Der Unfug des Sterbens	41
Die Ordnung der Todesarten	42
Möglichkeiten der Unsterblichkeit für die Vielzeller	45
Der naiv-materialistische Unsterblichkeitsglaube von C. L. Schleich	50
Verjüngungsversuche	53
Die Lebensuhr	59
Die Rolle der Blutdrüsen beim Altern und Verjüngen	60
Altern und Altersbekämpfung vom Darme aus	63
Die Rolle des Egoismus und Altruismus beim Altern der Gewebe	69
Befruchtung als Verjüngung	73
Rassen- und Artentod	80
Das Zeugnis der Versteinerungen	86
Die „Boten des Todes"	93
Unsterblichkeit der Seele	101
Schlußwort	108
Wichtigste Schriften	110
Anmerkungen	113
Register	123

Vorwort.

Die unseligen Nachwirkungen des verderblichsten und zugleich überflüssigsten aller Kriege haben für alle Zweige menschlicher Tätigkeit unerhörte Schwierigkeiten geschaffen. Vielleicht keinem Berufszweig aber begegnen sie fühlbarer als dem geistigen Arbeiter, und unter den Geistesarbeitern wieder am allermeisten dem schöpferisch tätigen, selbstschaffenden Forscher und Künstler.

Es ist nur eine Einzelheit aus der Fülle seiner Sorgen und Beschwerden, daß er gezwungen ist, den Schatz der von ihm erkannten tatsächlichen Zusammenhänge, der von ihm erfaßten vorschauenden Gedanken in kleiner Münze zu verausgaben. Seit manch einem Jahr mit der „Frage aller Fragen" beschäftigt, eigentlich dem Fragenbereich, das um Altern und Verjüngen, Sterben und Auferstehen, Vergänglichkeit, Veränderlichkeit und Dauer gewoben ist, war es mir doch bis nun nicht vergönnt, das vorbereitete große Werk (eine Thanatologie und Makrobiotik) zu vollenden. Vielfach unterbrochen, immer wieder aufgehalten und zersplittert durch die kleinlichen und lästigen Notwendigkeiten des Tages und Daseinskampfes, behilft man sich mit „vorläufigen" Mitteilungen: dazu führt einerseits das Streben, wenigstens etwas festzulegen, sollte der Abschluß nie gelingen; andererseits liegt es aus wiederum äußeren Gründen nahe, daß man bei Vorträgen und Aufsätzen aus demjenigen Gebiete schöpft, dem die schaffende und nachschaffende Arbeit im gegebenen Zeitlaufe gerade angehört. Und endlich: da auch die Verlagstätigkeit denselben, wohlbekannten Hemmnissen unterliegt, deren eingangs angedeutetes Bestehen auf jedem Boden der Kulturarbeit uns in einer trübseligen Gegenwart so selbstverständlich wurde, so ist es leichter, in kleineren Bän-

den Teilgebiete zu behandeln, als in einem umfassenden, schier unerschwinglichen Werke das große Ganze.

Ein solches Bruchstück, und doch kein Fragment, habe ich — aus einem öffentlichen Vortrage nur wenig erweitert — unter dem Titel „Über Verjüngung und Verlängerung des persönlichen Lebens" 1921 bei der Deutschen Verlagsanstalt (Stuttgart-Berlin-Leipzig) erscheinen lassen; ein zweites, wiederum anderes Teilgebiet — ebenfalls verschiedentlich und in verschiedener Gestalt als Vortrag gehalten — liegt nun (vom ersten inhaltlich ganz unabhängig) im gegenwärtigen Buche vor.

Die Hingabe an die Lebensfragen: Wozu? Wohin? und Was nachher? Unaufhaltsames oder aufschiebbares Ende? Unwiderruflicher oder umkehrbarer, einmaliger, einzig dastehender oder wiederholbarer Lebenslauf? — die Teilnahme gelehrter und ungelehrter Kreise an all diesen Fragen ist heute tiefer und reger denn je. Insbesondere sind viele Lebensforscher und Ärzte seit Bekanntwerden des letzten kühnen Verjüngungsversuches dazu angeregt worden; des Verjüngungsversuches, der auf dem ganzen Erdenrund augenfällig in der Luft lag und daher ungefähr gleichzeitig in Mitteleuropa von Harms[1*]) und Steinach[2]), in Westeuropa von Voronoff[3]), in Nordeuropa von Knut Sand[4]), in Amerika von Lydston[5]), Stanley[6]), Brinklay[7]), Edgar[8]) und Benjamin[9]) auf dem fruchtbaren Grunde einer neu erschlossenen Wunderwelt in Angriff genommen wurde: mit Hilfe der inneren Absonderung unserer Blut- oder Wachstumsdrüsen.

Die jüngst erforschten Gesetzmäßigkeiten der inneren Sekretion (nach Roux kurz: „Inkretion" im Gegensatz zur äußeren Absonderung oder „Exkretion") ermöglichen und krönen erst die schon vorher geahnte, einheitliche Auffassung des Alterns und Absterbens als Selbstvergiftung, die dem Lebewesen durch die von Jickeli[10]) hervorgehobenen Unvollkommenheiten seines Stoffwechsels aufgezwungen wird. Die innere Sekretion offenbart uns aber auch

*) Die angehängten kleinen Ziffern beziehen sich auf die der „Anmerkungen" (S. 113 ff.), wo die Quellen nachgewiesen werden.

einen Feinmechanismus der selbsttätigen Entgiftung; seine Vervollkommnung läßt die Möglichkeit, das Altern und Absterben zu verschieben oder zu verhüten, zum erstenmal wenigstens real denkbar, wenn auch bei höheren Lebewesen und dem Menschen zunächst nur anlaufsweise praktisch durchführbar erscheinen.

Eine knappe Zusammenfassung der einschlägigen Tatsachen und Deutungen, ein erster Entwurf zu dem Aufbau — Tod und dessen hoffnungsvolle Lichtseite: organische Unsterblichkeit — dürfte daher willkommen sein. Er ist — wie alle meine Schriften — dem gebildeten, gedanklich mitarbeitenden „Laien" durchaus zugänglich; trotzdem bietet er nicht etwa bloß eine gefällige Auswahl all dessen, was bequem gemeinverständlich dargestellt werden kann. Ohne Scheu zieht er fast alles heran, was auch dem Fachmann erreichbar ist, und wagt seine Synthesen ohne Rücksicht auf pädagogische Leichtigkeit der populären Form; vielmehr überläßt er es dieser Form, soll heißen er stellt es ihrer Sorgfalt zur Aufgabe, immerhin noch durchsichtig oder wenigstens durchleuchtend zu machen, was weiteren Kreisen, die ein unbestreitbares Anrecht auf Kenntnis und Erkenntnis haben, sonst nicht sowohl unverstanden, als auch unbekannt bleiben müßte.

Wien, im Februar 1923.

Paul Kammerer.

Der Tod, eine allgemeine Eigenschaft des Lebens?

Allen lebenden Wesen ist eine Reihe von Eigenschaften gemeinsam: Eigenschaften, die daher das Wesen des Lebens ausmachen: Reizbarkeit, Beweglichkeit, Stoffwechsel, Wachstum, Fortpflanzung. — Zu den allgemeinen Merkmalen der Lebewesen und des Lebens rechnet man gewöhnlich auch das Lebensende, den Tod: daß wir sterben müssen, ist uns selbstverständlich geworden; aber gerade aus dem Selbstverständlichen entspringt seit Plato und Aristoteles das philosophische Staunen. Was zu denken wir gewohnt wurden, reizt den, der träges Gewohnheitsdenken ablegt, zu neuer Prüfung.

Ist der sogenannte „natürliche Tod" wirklich im Wesen des Lebens begründet? Sterben die Lebewesen aus Gründen, die in ihnen selbst, in der Natur des lebenden Stoffes gelegen sind? Erschöpft sich die Lebenskraft von innen heraus, wie die Spannkraft einer Uhrfeder in vorbestimmter Zeit nachlassen muß?

Oder werden die Lebewesen von äußeren Schädigungen aufgerieben? Nützen sie sich ab, weil der Kampf ums Dasein ihnen täglich, stündlich kleine Wunden schlägt, denen sie zuletzt erliegen? Dann gäbe es gar keinen „natürlichen Tod": richtiger, dann unterschiede sich der natürliche Tod vom gewaltsamen nur dadurch, daß hier ein Unglücksfall unvermittelt zum tödlichen Schlage ausholt, während dort die einzeln scheinbar unwirksamen Schädlichkeiten sich ganz stetig zum tödlichen Betrage summieren. Wird jemand überfahren, fällt ihm der berühmte Ziegelstein auf den Kopf, wird er das Opfer eines mörderischen Anschlags: so wird ihm nur auf einmal zuteil, was ihm andernfalls durch Überreizung, Krankheit, Mühsal und Trübsal langsam beschieden worden wäre. Im ersten Falle verlangt Gevatter Tod

die Rückzahlung des entliehenen Lebenskapitals ohne jede Stundung und Kündigung; im zweiten Falle begnügt er sich mit ratenweiser „Amortisierung".

Entscheidet man sich bei der Alternative: Tod aus inneren oder Tod aus äußeren Gründen — für die zweite Möglichkeit, so folgt daraus mit Notwendigkeit, daß der Tod nicht zum Wesen des Lebens selbst gehört. Könnten wir dem Organismus die kleinen Schädlichkeiten des Alltags fernhalten, wie wir ihn günstigenfalls vor den großen Unglücksfällen behüten: so würde er ewig leben. Oder könnten wir — unvermögend, alle Reibungen mit der Umwelt auszuschließen — diese Reibungen wenigstens erheblich verringern: so müßte das Leben ansehnlich verlängert werden. Auf der Erwartung, daß solches möglich sei, beruht ein gut Teil der ärztlichen Kunst. Auf der Zuversicht, daß die kleinen Feinde des Lebens, wo nicht ausgerottet, so doch stark vermindert werden können, baut die Hygiene. Ihr gilt der Organismus nicht als Uhrwerk, das — einmal in Gang gebracht — die ihm gegebene Energie in festgesetzter Dauer aufzehrt; sondern er gilt als eine Art Perpetuum mobile, das seine Energien aus der Umgebung selbsttätig ergänzt und nur stillsteht, weil es bei diesem Kraft- und Stoffersatz früher oder später notwendigerweise verdorben wird. Somit wären die Lebewesen der Möglichkeit nach unsterblich; in Wirklichkeit sterben sie, weil und wenn sie umgebracht werden: sei es plötzlich, sei es durch zuletzt irreparable Häufung der minimalen Störungen. —

Man muß nicht glauben, mit diesen wenigen, einleitenden Worten sei die Frage: ob organisch-natürlicher Tod oder unorganisch-erzwungene Tötung — gelöst oder auch nur leichter lösbar geworden. Sie ist vielmehr in der neuzeitlichsten Biologie eine durchaus offene Streitfrage geworden und geblieben.

Natürlicher oder gewaltsamer Tod?

Wie schwer unter Umständen die Entscheidung fällt, sehen wir an Beispielen, wo gerade der natürliche Tod — also der Tod, der das Lebewesen normalerweise stets

trifft — ein plötzlicher Tod ist, bewirkt durch äußere Kräfte, die aber hier nicht als unglückliche Zufälle auftreten, sondern als regelmäßige Begleitumstände der Lebensführung.

So stirbt die männliche Biene in der Drohnenschlacht: ihr natürlicher Tod ist ein unnatürlicher Tod. Es ändert nichts daran, wenn neuere Beobachtung lehrte, daß höchstens vereinzelte Drohnen von den Arbeitsbienen richtig totgestochen werden: die meisten werden nur von den Waben abgedrängt, ein Teil aus dem Stocke hinausgedrängt. Ausgestoßen aus der staatlichen Gemeinschaft, abgesperrt von den Nahrungsvorräten, außerstande, selbst zu arbeiten und zu sammeln, erliegen sie dem Hunger und der Kälte. Aber auch die einzige unter den Drohnen, welche ausersehen war, die Königin zu befruchten, stirbt gewaltsam: zwar wird sie nicht, wie man früher wohl glaubte, von der Gattin totgebissen; sondern letztere befreit sich, wenn der in ihr hängende Penis nicht von selbst abreißt, durch dessen Abbeißen nur von einer Leiche. In dem Augenblick nämlich, da das Begattungsglied sich aus dem Hinterleibsende des Bienenmännchens hervorstülpt, stirbt dieses an plötzlichem Nervenschock (Buttel-Reepen[11])). Drohnen, die vor diesen Verhängnissen — dem Begattungsschock wie der „Drohnenschlacht" — künstlich behütet werden, bringen ihr Leben laut Oken auf 4—5 Monate statt auf 2—3 Wochen, also auf das 8—10fache der normalen Dauer.

Die einjährigen (besser: einsömmerigen) Pflanzen sowie viele Tiere sterben an Erschöpfungszuständen, verursacht durch übermäßige Anforderungen, die von der Fortpflanzungstätigkeit an sie gestellt werden. Eintagsfliegen, gewisse Nachtschmetterlinge (die Sackspinner, Psychiden) und Würmer (Nereis-, Syllis-, Dodecaceria-, Antolytus-Arten) erliegen den schweren äußeren und inneren Verletzungen, die durch das Abschnüren und Auspressen riesiger Eiermassen verschuldet werden. Verhindert man ihre Begattung; bzw. verhütet man bei den einsommerigen Pflanzen, daß sie zur Blüte gelangen, so verlängert man ihr Leben um Wochen, Monate oder Jahre (Abb. 1).

Abb. 1. Reseda odorata: Verlängerung der Lebensdauer durch Verhinderung des Blühens. Dreijährige Pflanze in Bäumchenform gezogen. (Aus Molisch, „Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei".)

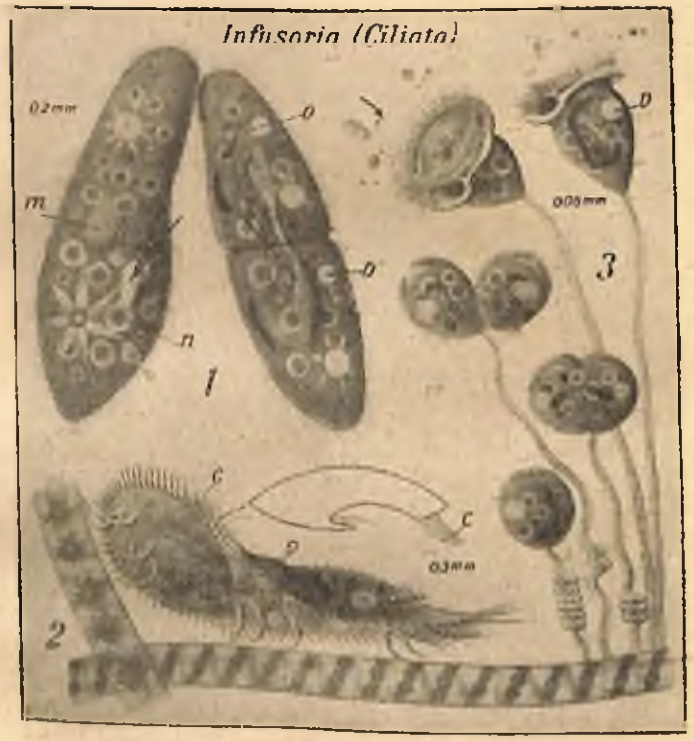
Ungeheure Tier- und Pflanzenbestände werden alljährlich Opfer der klimatischen Veränderungen beim Wechsel der Jahreszeiten: nicht, weil sie versäumten, sich rechtzeitig in Sicherheit zu bringen, sondern weil es zu ihrem natürlichen Lebenskreislauf gehört. Etwa bei Wintereintritt in warme Räume genommen, führen sie trotzdem oft ein Leben unbehelligt weiter, das im Freien auf natürliche und doch gewaltsame Art längst sein Ziel gefunden hätte.

Diese Beispiele, wo das Lebensende vorzeitig, ganz offensichtlich unnötig früh herbeigeführt wird, sind allerdings eher Ausnahmen als Regeln. Aber hier wird weniger die Regel durch eine Ausnahme, als die Ausnahme durch eine zu wenig beachtete Regel bestätigt. Es gibt ja keine wirklichen Ausnahmen: was aus dem Rahmen einer bekannten Regelmäßigkeit herausfällt, deutet entweder auf eine zweite Regelmäßigkeit, die bis dahin unbekannt blieb; oder darauf, daß die erste falsch erkannt war. Es gibt keine Kuriositäten der Natur: was vereinzelt erscheint, ist nur Einzelerscheinung einer weitverbreiteten allgemeinen Erscheinung. Sollte es beim natürlich-unnatürlichen Tode anders sein?

Die Unsterblichkeit der Einzeller (Urwesen).

Bringen wir einen Tropfen Tümpelwasser unter das Mikroskop, so entdecken wir ein Gewimmel winziger Lebe-

wesen (Abb. 2), die durch Wasser- und Luftmangel, Temperaturschwankungen, Salz- und Giftspuren, durch leichten Druck des beim Mikroskopieren benutzten Deckgläschens



Ab. 2. Unter das Mikroskop gebrachter Tropfen Tümpelwasser: in der Masche zweier sich kreuzender Algenfäden eine Gesellschaft von Urtierchen, rechts (bei 3) eine Gesellschaft von 5 an einem Stiel festsitzender Glockentierchen; unten (bei 2) ein Muschelltierchen; links oben zwei Pantoffeltierchen: dieselbe Gattung, die Woodruff zu seinen weltberühmten Züchtungen verwandte. Inmitten anderer Zellorgane bemerkt man das wichtigste: den Kern (m). Das rechte schwimmende Exemplar ist in Teilung begriffen: die ringförmige Furche um die Leibesmitte, die das Tierchen zerschnüren wird, hat bereits eingegriffen; der Zellkern und die beiden Kleinkerne sind biskuitförmig in die Länge gezogen, so daß jedes künftige Teilprodukt seinen Anteil daran empfangen wird. n Nahrungsvakuolen, v für die Teilung vorbereitete „pulsierende Vakuole" (Atmungs- und Ausscheidungsvorrichtung der Zelle). (Nach Pfurtscheller's Zoologischer Wandtafel.)

u. a. m. sehr schnell getötet werden können. Sie sind ungemein hinfällig; und doch haben Weismann[12]) und Bütschli gerade von ihnen — den Urwesen oder Protisten — seit 1882 behauptet, ihr Lebens- und Zeugungsablauf vollstrecke sich unbegrenzt ohne Leiche, vorausgesetzt, daß sie von keinerlei Katastrophen ereilt werden.

Abb. 3. Amöbe in sechs aufeinanderfolgenden Stadien der Teilung. k Kern, v pulsierende Vakuole. (Nach Franz Eilhard Schulze.)

Die Urwesen vermehren sich durch Teilung (Abb. 3): jedes Exemplar zerfällt, sobald es durch Nahrungsaufnahme zu einer bestimmten Größe gediehen ist, in zwei, die sich zur ursprünglichen Form abrunden und neuerdings durch Ernährung zur Teilungsgröße heranwachsen. Das also soll endlos so fortgehen können, solange keine äußeren Störungen es hindern. Es gibt nicht Mutter und Kinder, sondern restlos geht der „Mutterleib" in den „Kindern" auf, desgleichen die Leiber der Kinder in den Enkeln usw. Sobald überhaupt „Nachkommen" da sind, hat der „Vorfahr" zu bestehen aufgehört. Das Leben des Individuums endigt allerdings in dem Augenblick, als es aufhört, ein „In-Dividuum" ein „Unteilbares" zu sein; aber es endigt nicht als Kadaver, sondern hat sein Individualität nur aufgegeben, um zur Gänze in seinen Nachfahren, die Stoff von seinem Stoffe sind, weiterzuleben.

Betrachten wir den mikroskopisch kleinen Körper eines Urwesens als Baustein, so unterscheiden sich von den Urtierchen und Urpflänzchen die eigentlichen Tiere und Pflanzen dadurch, daß sie aus sehr zahlreichen Bausteinen zusammengesetzt sind. Solch ein Baustein heißt „Zelle"

(Abb. 4), stets kenntlich am Zellkern im Zellenleib. Die Urwesen also sind einzellige Wesen, jedes eine Zellenperson; die Pflanzen und Tiere sind vielzellige Wesen, jedes eine Unsumme und festverbundene Kolonie von Zellpersonen. Auch sie gehen — die Stufe des Urwesens in jeder individualisierten Entwicklungsstrecke wiederholend — aus einer einzigen Zelle hervor, dem befruchteten Ei: aber indem diese Stammzelle sich — ganz wie ein Urwesen — durch Teilung vermehrt (Abbildung 5), weichen die Teilprodukte nicht gänzlich auseinander, sondern bleiben aneinander hängen zu wechselseitigem Schutz und Stoffaustausch. So entsteht aus der einzelnen Keimzelle der riesige Zellkomplex, der Zellenstaat. Erst bis er seine Entwicklung vollendet hat, wird an gewissen Stellen — in den Geschlechtsorganen — auf den uralten Brauch der gänzlichen Zellteilung zurückgegriffen: auf die Zelldurchschnürung, wie sie bei den Urwesen üblich war. Geschlechts-

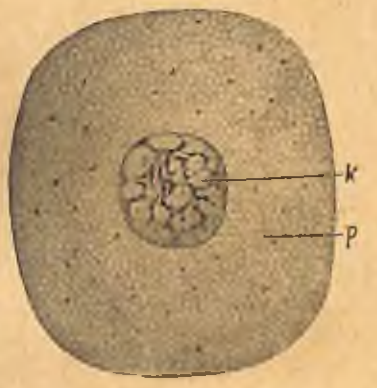


Abb. 4. Zelle (Schema): k Kern, p Protoplasma (Zelleib). Im Kern sieht man links oben das Kernkörperchen, Chromatinkörper und Achromatinfäden. (Aus Guenther, „Vom Urtier zum Menschen".)

Abb. 5. Ei-Furchung des Lanzettfischchens (Branchiostoma = Amphioxus): Wie es überhaupt dazu kommt, daß ein „Vielzeller" entsteht, machen dessen erste Entwicklungsschritte verständlich: die Eifurchung. Mit einer einzelnen Zelle, dem befruchteten Ei, beginnt sie; mit Zellteilungen schreitet sie fort, darin dem Lebenslaufe der Urwesen völlig gleich. Nur eben, daß die Teilungen, von denen die Ausgangszelle in 2, 4, 8 usw. Zellen zerlegt wurde, keine durchgreifenden Trennungen sind, sondern — wie der Name dieses ersten Entwicklungsabschnittes anzeigt — nur Furchungen. (Nach B. Hatschek.)

zellen, die den Zellenstaat fortpflanzen sollen, werden abgeschnürt und abgestoßen, um sich ihrerseits wieder unvollkommen zu teilen, um neue zusammenhängende Komplexe, neue vielzellige Individuen zu bilden.

Mit der Ausbildung eigener Keimzellen, die das Privileg der Fortpflanzung an sich gerissen haben, sei der Tod in die Lebenswelt gekommen, sagt Weismann[12]). Im Reiche der Urwesen ist jedes ganze Exemplar zugleich Keimzelle und als solche unsterblich, weil immerfort vermehrungsfähig. Im Tier- und Pflanzenreich dagegen grenzt (Abb. 6) in

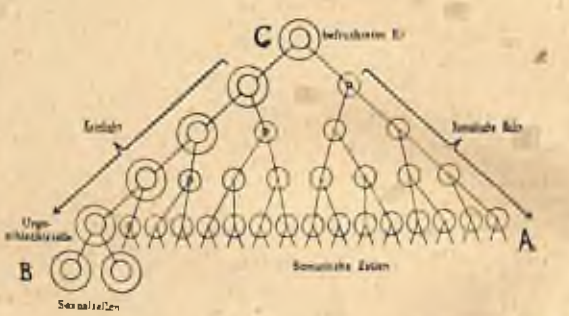


Abb. 6. Scheidung der Entwicklungs- in die Keim- und Körper- (somatische) Bahn: das Schema soll versinnbildlichen, wie vom Entwicklungsbeginn (c) Urgeschlechtszellen bereitstehen, aus denen später durch Teilung die Fortpflanzungszellen (B) der Tiere und Pflanzen hervorgehen, welchen beschieden ist, den Depressionszustand zu überdauern und eine neue Teilungs-, d. h. Entwicklungsphase zu ermöglichen. Die Geschlechtszellen sind also unsterblich im selben potentiellen Sinne wie die Einzeller, während die ganze Masse der sonst noch abgegliederten Körperzellen („Somatische Zellen" bis A) als Leiche endigt. Die Arbeitsteilung in generative und vegetative Zellen ist zugleich eine Differenzierung in unvergängliche und hinfällige Anteile des Vielzellers. (Nach Boveri.)

jedem Exemplar an den unsterblichen ein sterblicher Teil: unsterblich, weil immerfort zeugungsfähig, sind nur die Keimzellen; sterblich die hievon abgegliederten Körperzellen. Weil sie sich für die übrigen Erfordernisse des Lebens — wie Reizung, Bewegung, Ernährung, Atmung, Ausscheidung — spezialisiert haben, verloren sie nach und nach die Fähigkeit zur Vermehrung. Sie vermögen nicht mehr der Abnutzung zu entgehen, indem sie sich sozusagen

in ihre Nachkommen hineinflüchten, sondern sie verbrauchen sich, ohne für Ersatz sorgen zu können, und sterben.

Mit Weismanns Augen gesehen, geht ein dualisti-

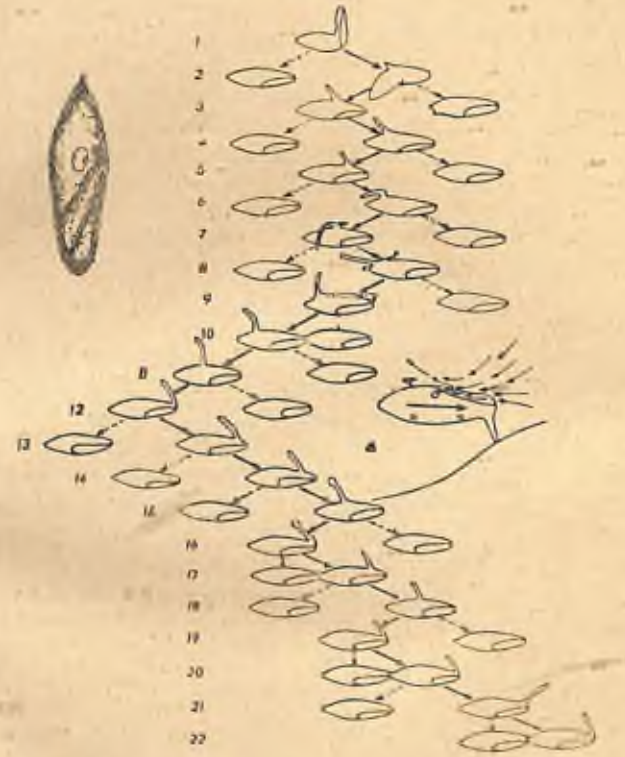


Abb. 7. Schema einer Folge von 22 Teilungsgenerationen des Pantoffeltierchens (Paramaecium): aus dem Zellindividuum, mit dem die Beobachtung beginnt, werden zwei, aus jedem der beiden wieder zwei usf. Auf dem Bilde sind immer nur die Abkömmlinge je eines Teilungsnachkommen eingezeichnet: das erinnert an Woodruffs Verfahren, immer nur je wenige abgeteilte Exemplare aufzubewahren und weiterzuziehen, die übrigen als überflüssig aus dem Zuchtverlaufe auszuscheiden. Die Teilungen würden nun noch Hunderte von Generationen weitergehen, aber, falls die Nährflüssigkeit nicht gewechselt wird, keinesfalls grenzenlos. Die Urtierchenkultur würde unter Verlangsamung ihres Teilungstempos in den Depressions- und Degenerationszustand eintreten, aus dem sie nur durch Konjugationen erretter werden kann. (Nach Jennings.)

scher Riß durch die Welt des Lebendigen: hier unsterbliche Einzeller, dort sterbliche Vielzeller, bestimmt, als Leiche zu endigen mit Ausnahme der Fortpflanzungszellen, die gewissermaßen noch zu den Einzellern gerechnet werden müssen, vorübergehend den Urwesen gleichkommen, auch in der Befähigung, das Leben von ihresgleichen grenzenlos weiterzuspinnen. Da haben wir die Geschichte des Sündenfalles in der Naturgeschichte: mit der geschlechtlichen Fortpflanzung ist die Erbsünde in die Welt gekommen. Die Teilung der Einzeller vollzieht sich ja ohne Geschlechtsakt; als Urwesen gleichen sie Adam und Eva im Paradies. Ewiges Leben ist ihnen zugesichert, solange sie nicht vielzellig werden, sich nicht in Ernährungs- und Vermehrungsstand organisieren. Die Differenzierung besonderer Keimzellen aber liefert den Restkörper dem Tode aus: für den Entwicklungsfortschritt, der mit jener Arbeitsteilung eröffnet war, mußte er seine Unsterblichkeit in Tausch geben.

Weismanns Auffassung blieb nicht lange unangefochten: Maupas[13]), Calkins[14]) und R. Hertwig[15]) züchteten Urtierchen (Aufgußtierchen, Infusorien); nach 100 bis 300 Zellteilungen (Abb. 7) sahen sie das Teilungstempo langsamer werden. Die Zellindividuen erlahmen in ihrer Beweglichkeit, ihrer Freßlust. Weil sie weniger Nahrung aufnehmen, wachsen sie langsamer, erreichen daher die Teilungsgröße verspätet, zuletzt gar nicht mehr. Die aus einer Anfangszelle hergeleitete Urtierchenbevölkerung ist dann in einen Degenerations- oder Depressionszustand geraten, der in ein Massensterben mündet. Die Zeit, in der die Depressions- und die ihr folgenden Absterbeerscheinungen eintreten, ist für jede Art von Urtierchen ziemlich bestimmt und beständig, also etwa wie die Lebensdauer jeder Tier- und Pflanzenart.

Inmitten des allgemeinen Zugrundegehens sieht man ab und zu zwei Zellindividuen, die sich im Wassertropfen begegneten, eng aneinandergeschmiegt (Abb. 8). Ihre Vereinigung führt entweder zur dauernden Verschmelzung (Kopulation) der beiden Zellen; oder sie trennen sich wieder, nachdem sie Bruchstücke ihres Zellkernes ausgetauscht haben (Konjugation). Beide Mischungsverfahren wirken ver-

jüngend: in neu gewonnener Frische und Beweglichkeit, Verdauungs- und Vermehrungsfähigkeit kann nach vollzogener Kopulation oder Konjugation eine neue, hundert- oder mehrhundertfältige Teilungsperiode durchgehalten werden, bis neue Depression, neues Sterben — neue Kopulationen oder Konjugationen nötig macht, um das Aussterben der Urtierbevölkerung zu hindern.

Abb. 8. Konjugation des Pantoffeltierchens (Paramaecium): Wir erblicken zwei Zellindividuen, aneinandergeschmiegt, befruchtende, verjüngende Kleinkernsubstanz austauschend (G. H). Auf die komplizierten Kernteilungen und Kernwanderungen, die dabei stattfinden, möchte ich hier nicht eingehen (vgl. S. 78); nur betonen, daß der Zellinhalt durcheinanderströmt und neu gemischt wird: ein Vorgang, der vermutlich geeignet ist, den Wechsel der umgebenden Flüssigkeit zu ersetzen; insofern, als dabei ebenfalls die Stoffwechselreste in der Zelle unschädlich gemacht, wahrscheinlich oxydiert werden. (Aus Guenther, „Vom Urtier zum Menschen".)

Vergleichen wir diese zyklischen Lebenserscheinungen der Einzeller mit denen der Vielzeller: auch sie gehen, wie erwähnt (S. 7, Abb. 5), aus einer einzigen Keimzelle hervor: der befruchteten Eizelle, die sich teilt. Nur trennen sich Kinder, Enkel, Urenkel usw. hier nicht völlig voneinander, sondern bleiben beisammen, um die zusammenhängenden Gewebe und Organe auszubauen. In ungefähr vorbestimmter Zeit aber wird auch hier das Teilungstempo verlangsamt; in mehreren Geweben erlöschen die Teilungen ganz. Wir sagen dann: das Lebewesen ist „ausgewachsen"; denn sein Wachstum beruhte ja auf Zellteilungen, auf Zellvermehrung. Die Zellkolonie altert; sie ist in ihren Depressions-

zustand eingetreten, der in den Tod ausläuft. Wieder sind gewisse Zellen imstande, das Sterben zu überdauern: die Fortpflanzungszellen. Indem sie zu zweit — je eine Samen- und Eizelle — bei der Befruchtung verschmelzen (kopulieren), erlangen sie neue Kraft, um in neuer Teilungsepoche neue Zellkolonien, neue vielzellige Individuen aufzubauen.

Die Parallele zwischen Ein- und Vielzellern wäre also — Lebenslauf und Lebensende betreffend — eine vollständige. Was irre machen könnte, ist nur der nebensächliche Umstand, daß die Zellindividuen der Urwesen einsam ihres Weges wandern, wogegen die der Pflanzen und Tiere feste Verbände bilden. Hier wie dort aber ist das Teilungs-, damit das Wachstumsvermögen begrenzt; hier wie dort ist eine Anzahl von Zellen berufen, sich in gegenseitiger Stoffmischung neu zu beleben; dadurch die Masse der übrigen Zellen, die zur Stofferneuerung nicht Gelegenheit fanden, zu überleben. Gleichgültig, ob wir die aus einer Ursprungszelle hervorgegangene Urwesenbevölkerung zusammen als ein einziges Exemplar; oder ob wir den vielzellig zusammengesetzten Tier- und Pflanzenleib als Kolonie von Zellexemplaren auffassen: so und so bleibt die Analogie zwischen Ein- und Vielzellern aufrecht; so oder so erscheint die Kluft zwischen Urwesen einerseits, Tieren und Pflanzen andererseits überbrückt. Und die Frage nach dem Wesen des Todes erscheint vorläufig dahin beantwortet, daß das Leben sich aus inneren Gründen erschöpft; daß es eine Eigenschaft der an lebenden Stoff gebundenen Lebenskraft selber ist, sich in gegebener Zeit zu verbrauchen.

Die „ewigen Kulturen" von Woodruff.

Verfolgen wir die Geschichte der Wissenschaften, so stellt sich heraus, daß sie Modeschwankungen unterliegen gleich jedem anderen Zweige menschlicher Betätigung: aufgelassene Ansichten werden wieder zeitgemäß, um neuerdings aufgegeben und neuerdings modern zu werden. Auch die Entdeckungen von Maupas, Calkins und R. Hertwig, wonach der Tod dem Leben inbegriffen und auch die Urtierchen nicht unsterblich seien, bedeutete keinen Abschluß; nachdem schon Enriques[16]) Hunderte von Teilungsschritten beobachtet hatte, ohne daß Ermüdungs- oder Altersanzeichen eintraten, brachten uns die ausgedehnten Züchtungen von Woodruff[17]) nebst Schülern[18]) eine Rückkehr zu den Anschauungen von Weismann. Erfolgte die Rückkehr unverändert, so gäbe es keinen Fortschritt der Forschung; aber sie erfolgt nur zum Teil und geht mit manch einer neuen Errungenschaft Hand in Hand. Gleichwie die ursprüngliche Meinung teilweise irrig war, so auch ihre Umstoßung. Falsche Beigaben der ersten Meinung hinderten, daß man ihren richtigen Kern erkannte; beidemal schüttete man das Kind mit dem Bade aus. So geschieht der wissenschaftliche Fortschritt gleichsam in Gestalt einer Schraubenlinie: sie biegt zwar in sich selbst zurück, aber doch allemal in neuen, höhergelegenen Raum hinein; allemal eine Strecke weit über dem nächsttiefern Umgang.

Woodruff züchtete Urtierchen (und zwar Pantoffeltierchen, Paramaecium — Abb. 2 links oben und Abb. 7) unter besonders sorgfältigen Kultur- und Kontrollbedingungen. Am 1. Mai 1907 entnahm er ein einzelnes Exemplar seinem Aquarium, hielt es in strenger Einzelhaft und trennte desgleichen täglich die im Laufe des Tages entstandenen Teilprodukte. Als Kulturflüssigkeit diente frisch zubereiteter, täglich erneuter Heuaufguß: also eine Sorte Kriegstee, die auch wir zum Überdruß kennen lernten, die aber für Urtierchen sehr bekömmlich ist. Denn bis zum 1. Mai 1915, also nach achtjähriger Dauer, war die Kultur bis zur 5071. Teilungsgeneration gediehen. Von da ab bis Dezember 1920 wurde die Kontrolle nicht mehr so streng gehandhabt; schätzungsweise wurden bis dahin, während einer bald 13jährigen Kulturdauer, 4800 Generationen erzielt.[19]) Aber schon nach fünfjähriger Dauer, als 3029 Generationen vorlagen, stand ja fest, daß die Ausgangszelle imstande gewesen sein mußte, Zellmengen zu bilden im Betrage von 2, erhoben zur 3029. Potenz, weil ja alle seither gebildeten Zellen sich inzwischen, also im ganzen 3029mal, entzweigeteilt hatten.

Meine Leser geben sich gewiß nicht gleich Rechenschaft darüber, was das bedeutet. Um es eindringlicher zu gestalten, will ich hier eine alte deutsche Sage nacherzählen. Ein Reitersmann kam in ein Wirtshaus, und der Wirt wollte ihm sein Pferd abkaufen. Gerne willigt der Soldat ein (was ja auch in jüngster Geschichte, als das gewaltige Völkerringen kläglich zusammenbrach, öfter vorgekommen sein soll); ja er bietet dem Wirt sein Roß sogar zum Geschenk an. Nur für jeden der 32 Hufnägel, womit die Hufeisen befestigt sind, will er eine Anzahl Erbsen vergütet haben: für den ersten Nagel eine Erbse, für den zweiten zwei, für den dritten vier, für den vierten acht Erbsen, und so weiter. Mit Freuden geht der Wirt auf den Handel ein; denn er gedenkt für ein paar Handvoll Erbsen ein wertvolles Pferd zu erstehen. Nach Abschluß der Rechnung stellt sich heraus, daß eine lange Kolonne von Fuhrwerken erforderlich wäre, um den Kaufpreis in Erbsen von der Stelle zu schaffen.

Abb. 9. Ein Objektträger mit Hohlschliff: ein Glasplättchen, das in seiner Mitte eine runde Mulde trägt, ist Isolierkammer für ein einzelnes Urtierchen in den „ewigen" Kulturen Woodruffs. Das obere Bild zeigt den Objektträger von der Fläche, das untere dessen Mittelteil von der Seite, das „Deckgläschen" darübergelegt. — Dieselbe Vorrichtung wird benützt, um winzige Gewebsstückchen von Vielzellern außerhalb des Körpers zu kultivieren: die Gewebskultur haftet dann in einem Serumtropfen auf der Unterseite des Deckglases und heißt deshalb auch „Kultur im hängenden Tropfen". (Aus dem Kosmos, 1913, Nr. 1.)

Zwei, erhoben zur 3029. Potenz jener winzigen Urschleimklümpchen, deren jedes bestenfalls zwei Zehntelmillimeter lang ist — kaum so groß, um eben noch von dem schärfsten, unbewaffneten Auge als grauweißes Flöckchen erblickt zu werden —: das bedeutet nichtsdestoweniger eine Masse lebender Substanz, gleich dem Zehnfachen der Erdkugel, erhoben zur 1000. Potenz; eine Masse, um so vieles größer als unsere Erde, daß man dieses Vielfache nur durch eine Zehn mit noch tausend

Nullen daran ausdrücken könnte; eine selbst in unseren Zeiten der alltäglichen Milliarden- und Billionengeldbeträge ganz unausdenkbare Zahlengröße!

Aber kehren wir zur Betrachtung der Woodruffschen Urtierzuchten zurück. Konjugationen waren dadurch verhindert, daß — wie betont — jede abgeteilte Zelle ihr eigenes Miniaturaquarium bekam, einen in der Mitte rund

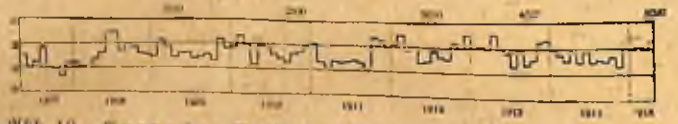


Abb. 10. Kurve der Teilungsgeschwindigkeit in einer Einzelkultur des Pantoffeltierchens (Paramaecium): Wird die Nährlösung täglich gewechselt, so bedarf es der Konjugationen nicht: die Teilungen gehen dann Tausende von Teilungsschritten, solange man sie eben verfolgt, unbehelligt weiter; nur, daß sie in ihrer Geschwindigkeit periodischen Schwankungen unterliegen, zeigt unsere Kurve. Die senkrechte Umrahmung bezeichnet Maßstäbe 0—3 der Teilungsgeschwindigkeit: je höher also die Kurve hinaufreicht, desto geschwinder verlaufen in den betreffenden Zeit- und Generationsabschnitten die Teilungen. Man erkennt, wie nach periodischem Abfallen immer wieder die gleiche Höhe erreicht wird. Die wagrechte Umrahmung bezeichnet unten die Jahre von 1907 an, in denen die Zucht fortgeführt wurde: oben, im Wesen damit gleichbedeutend, die Zahl der Teilungsgenerationen, die in denselben Zeitläuften gewonnen wurden. (Nach Woodruff.)

ausgeschliffenen Objektträger (Abb. 9). Trotzdem zeigte sich keine Alterserscheinung; trotzdem keine Abnahme der Lebens- und Teilungsfähigkeit. Die Teilungsgeschwindigkeit zeigte zwar rhythmische Schwankungen, kehrte aber — nach periodischer Verlangsamung — stets wieder in ihr anfängliches Tempo zurück (Abb. 10). Woodruff schloß daraus, daß Befruchtungsbedürfnis, Altern und Sterben keine Grundeigenschaften der lebenden Materie sind.

Werden und Vergehen in physikalisch-chemischer Beleuchtung (Stoffkreislauf.)

Man möchte folgendes einwenden: die unvorstellbar große Menge von Zellen, die aus der Anfangszelle hätten hervorgehen können, ist ja nicht wirklich daraus hervor-

gegangen. Kein Laboratorium der Welt hätte nur einen Bruchteil davon aufzunehmen vermocht. Sondern immer nur vier jener ausgehöhlten Objektträger wurden mit Zellen beschickt, die übrigen Zellen fortgegossen.

Angesichts der von Woodruff errechneten Riesenziffern liegt vielleicht die Frage nahe, wohin auch nur die Mengen getöteter Substanz gelangen, die von den überlebenden Zellen nach und nach gebildet werden. Wie kommt es, daß dann nicht — allein aus Woodruffs Laboratorium heraus — die Erde anschwillt, Schicht um Schicht wie ein Schneeball, der in seinem Element weiterrollt? Wohin strebt überhaupt alles Leben, wenn — nach Ch. Darwins Berechnung — ohne Vernichtung die Samen eines einzigen Pflanzenexemplares ausreichen würden, binnen verhältnismäßig wenig Jahren jeden Zollbreit der Erdfläche zu besiedeln? Und wieder: wo findet all das zerstörte Material seinen Platz, das sich anhäufen muß, um solche Alleinherrschaft unmöglich zu machen?

Lange, bevor es nur entfernt so weit ist, wandern die abgestorbenen Massenteilchen in ewigem, unsterblichem Kreislauf zu den unorganischen Schichten der Erde zurück, die das erste Leben in der Urzeugung gebaren und rückläufig wieder großenteils aus umgewandelten organischen Resten sich zusammensetzen. Ditmar hat das „Sterben und Vergehen der Natur in kolloidchemischer Beleuchtung"[20]) dargestellt. Nach Graham sind die Naturkörper entweder kristallisierbar (Kristalloide), oder sie sind Kolloide. Eine Substanz befindet sich im kolloiden Zustande, wenn sie in Teilchen zwischen ein Tausendstel- und ein Millionstelmillimeter zersprengt und quellbar ist. Lösungen von Kolloiden heißen „Sole", das aus dem Sol ausgeschiedene Kolloid heißt „Gel". Alle Lebewesen sind zum größten Teil aus Kolloiden aufgebaut; aus Kolloiden bestehen die Zellen, ihr Inhalt und ihre Umhüllungen. „Das Blutserum, die Pflanzensäfte sind im wesentlichen kolloide Lösungen, das Eiweiß ist ein Kolloid par excellence."

Nach Weimarn ist der Gegensatz zwischen Kristalloiden und Kolloiden nicht unüberbrückbar, sondern der kristalloide Zustand kann in den kolloiden übergehen und umgekehrt. Während in den Erdtiefen die Kristalloide herrschen, befindet sich an der Erdoberfläche eine Schicht der Übergänge, die auch die Wiege des Lebens war. Nach Cornu ist es von großer Bedeutung, daß es Kolloide sowohl im unbelebten wie im lebendigen Naturreich gibt; in jener oberflächlichen Grenzschicht fließt das Lebende mit dem Unlebendigen zusammen. „Auf den durch Verwitterung aus dem kristalloiden Gestein geschaffenen Gelen fußt das Leben der Pflanze, das Leben des Tieres und des zur höchsten Entwicklung gelangten Menschen. Auf dem Totenacker begegnen sich im Boden die organischen Gele mit einer anderen Generation von Kolloiden, welche sich aus dem kristalloiden Fels entwickelten. Im Laufe der Jahrtausende werden die Gele wieder von anderen Niederschlägen, von einer neuen Erdoberfläche bedeckt; sie werden wieder eingebettet in den Schoß der Erde und gelangen wieder hinab in jene Region, wo stabile Verhältnisse herrschen. Hier werden sie wieder Kristall, wieder Fels — der Ring schließt sich, ein ewiger Wechsel. Das All ist unvergänglich, es gibt kein Sterben im gewöhnlichen Sinne." „Ein Vergehen im Weltall im Sinne von Verschwinden, von Aufhören gibt es nicht. Der Grundgedanke des Alls ist eine ewige Umwandlung, ein ewiges Sichverjüngen, eine ewige Bewegung."

Fließ[21]), H. Swoboda[22]), K. C. Schneider[23]) haben ein „Gesetz von der Erhaltung des Lebens" aufgestellt, das ein Gegenstück zum Gesetz von der Erhaltung der Energie sein soll: die Summe der auf Erden vorhandenen Lebensenergie bleibe stets dieselbe. Schon Goethe[24]) sagte: „Leben ist die schönste Erfindung der Natur, und der Tod ist ihr Kunstgriff, viel Leben zu haben." Und Fließ[25]) kann diesen Dichterphilosophen nicht beschämen, wenn er sich ausspricht: „Denn Raum für alle hat die Erde wohl beim Dichter, aber nicht in der harten Wirklichkeit. Und damit das Leben in einem Geschlecht pulsen könne, muß das Herz des anderen stillstehen. So will es die Natur und muß es wollen." Swoboda nennt das

Märchen vom Gevatter Tod eine vorwissenschaftliche Fassung dieses Gesetzes: der Tod muß immer zuerst ein Lichtchen auslöschen, ehe er ein neues entzündet. Neues Leben entsteht nur, wo und wenn altes vergeht. Woodruffs „ewige Kulturen" verdanken — so könnte man glauben — ihre Langlebigkeit nur dem Zugrundegehen der vernichteten Restbeträge. Die Urzelle war eben nicht imstande, ein Vielfaches des Erdballes an Fleisch von ihrem Fleische hervorzuzaubern; bis auf jeweils vier Nachkommenzellen waren die übrigen vorzeitigem Tode geweiht. War dieser Tod gewaltsam oder nicht: sie waren keinesfalls unsterblich. Wäre es ihnen überlassen geblieben, zu vegetieren nach Belieben: sie wären dennoch nicht am Leben geblieben. Wieder sind es nur wenige Zellen unter zahllosen sterbenden, die das Leben von Generation zu Generation weiterpflanzen.

In solcher Form wäre der Einwand gegen Woodruffs „ewige Kulturen" kaum stichhaltig. Mit unseren physiologischen Vorstellungen ist die Annahme unverträglich, daß das Sterben der überflüssigen Teile auf die am Leben bleibenden, sich weiter teilenden zurückwirkt; unmittelbar so zurückwirkt, daß sie weiterproduzieren, weil ein Großteil dessen, was sie abspalten, fortwährend eingeht. Derartiges könnte höchstens mittelbar bei Raum- und Futtermangel eintreten: Umstände, die ja durch das Woodruffsche Isolierverfahren ausgeschaltet sind; die überlebenden und die zugrundegehenden befinden sich bei ihm in keinerlei Berührung und Wettbewerb. Es bleibt nichts anderes übrig, wir müssen der Folgerung Woodruffs beipflichten: in dem allein zulässigen, irdischen, relativen Sinne sind seine Urwesenzuchten — und zwar auf Grund alleiniger Teilung; unter Ausschluß jeder anderen Fortpflanzung — tatsächlich ewig und unsterblich.

So hätten wir also den kaum überwundenen Zwiespalt zwischen Ein- und Vielzellern neuerdings vor uns. Und darüber hinaus erhebt sich die Frage: woher rührt der Widerspruch zwischen Maupas, Calkins, R. Hertwig einerseits, Woodruff andererseits?

Urwesenzuchten und Stoffwechselgifte.

Woodruff[17—19]) stellte Vergleichskulturen auf, die genau so gezogen wurden, wie seine Vorgänger gezüchtet hatten: Kinder, Enkel, Urenkel usf. bleiben in demselben Gefäß, und die Nährflüssigkeit wird nicht täglich, sondern nur etwa jeden dritten Tag erneuert. Sofort stimmte die abgezweigte Massenkultur (Abb. 11) mit denen der Vor-

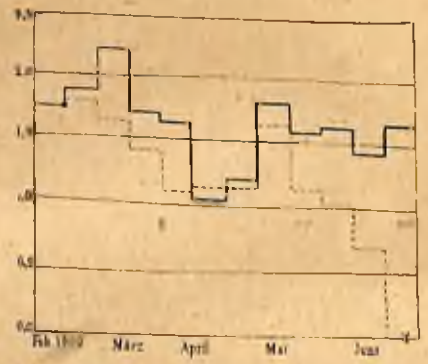


Abb. 11. Ausschnitt aus der Teilungskurve (Abb. 10), registriert die Teilungsgeschwindigkeit in aufeinanderfolgenden Monaten der Paramaecien-Kultur: daneben eine gestrichelte Kurve, die nicht wieder rhythmisch zur Höhe zurückkehrt, sondern stufenweise zum Nullpunkt abfällt, wo die Teilungen ganz aufhören und überlebende, nicht mehr teilungskräftige Individuen aussterben. Einmal hatte sie sich ebenfalls noch so ziemlich aufgerafft; dann aber gab's keine Rettung mehr. Diese gestrichelte Kurve ist das graphische Ergebnis einer (aus der Haupt- und Einzelkultur dort, wo der dicke Punkt sich befindet, abgezweigten) Vergleichs- und Massenkultur von Urtierchen, wo die Nährflüssigkeit statt täglich nur jeden dritten Tag frisch zubereitet wurde, so daß bereitende Abbauprodukte sich darin häufen konnten. (Nach Woodruff.)

gänger überein: die Teilungskraft ermüdet; nur Konjugationen können sie auffrischen, die Kultur erretten. — In einer anderen Parallelkultur (Abb. 12) wurde die Nährlösung zwar, wie in der Hauptkultur, täglich gewechselt; aber je nachdem sie aus 2, 5, 20, 40 Tropfen bestand, war die Teilungsgeschwindigkeit gering, bzw. um $2\frac{1}{2}$, $6\frac{1}{2}$, $7\frac{1}{2}$ % größer als in der Zweitropfenkultur. Das Tempo der Zellteilung steht im geraden Verhältnis zur Menge verfügbarer

Kulturflüssigkeit. Lehrreich sind endlich Kulturen, in deren Lösung vor Einsetzung der Kontrolle schon andere Urtierchen gewohnt hatten: gehörten sie einer fremden Art an (etwa Pleurotricha), so übte das keinerlei Einfluß auf die Teilungsgeschwindigkeit der nachher eingesetzten Pantoffeltierchen aus; waren aber schon die Vorläufer Pantoffeltierchen, so verlangsamte sich das Teilungstempo der nachträglich hineingesetzten Exemplare.

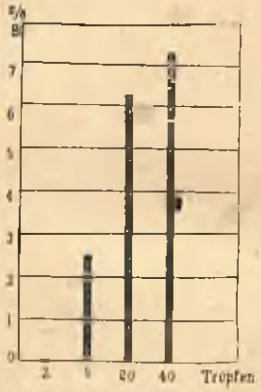


Abb. 12. Daß es die Abbaustoffe des Stoffwechsels sind, die an der Depression, Sterblichkeit und Befruchtungsbedürftigkeit Schuld tragen, zeigt neben Abb. 11 noch diese graphische Darstellung: je nachdem die Kulturflüssigkeit, worin die Urtierchen gehalten werden, aus 2, 5, 20 und 40 Tropfen besteht, also wasserärmer oder wasserreicher ist, werden sich die Abbaustoffe schneller und dichter oder langsamer und dünner ansammeln. Ganz dementsprechend ist die Teilungsgeschwindigkeit darin stufenweise kleiner oder (um 2½, 6¹/₁₀, 7¹/₉ %) größer.

Aus alledem geht hervor, daß die eigenen Stoffwechselabfälle Schuld tragen, wenn die Teilungs- und Lebensfähigkeit der Urtierbevölkerung abnimmt; und wenn sie abstirbt, wofern nicht durch das letzte Mittel der Konjugation Wiederbelebung stattfindet. Die Abbauprodukte des Stoffwechsels gelangen ins Kulturwasser; und wenn es nicht erneuert wird, so häufen sie sich darin an, bringen eine langsame Vergiftung, Lähmung der darin vorhandenen Lebewesen zuwege. Inwiefern gerade die Konjugation wiederbelebend wirken kann, und zwar ebenfalls durch Unschäd-

lichmachen der Stoffwechselgifte (Abb. 8): dafür soll an späterer Stelle (S. 73) eine Erklärung versucht werden. Also nur, wenn man die Nährlösung so häufig wechselt, wie Woodruff es tat, seine Vorarbeiter dagegen es unterließen: nur unter derart künstlichen Bedingungen sind die Urwesen unsterblich. Unter natürlichen Bedingungen wird die Anreicherung mit Stoffwechselprodukten früher oder später zu allermeist statthaben: im Freileben sind daher die Urwesen ebenso sterblich wie die vielzelligen Tiere und Pflanzen.

Damit ist aber die Kluft zwischen Ein- und Vielzellern erst halb überbrückt: noch steht wenigstens der Möglichkeit nach die Unsterblichkeit der Einzeller dem unausweichlichen Sterben der Vielzeller gegenüber. Wir betrachten daher von jetzt an die Ursachen des Alterns und Sterbens bei den Vielzellern.

Altern und Sterben der vielzelligen Tiere und des Menschen (Metazoen).

Der Vielzeller ist gleichsam eine Massenkultur von Einzellern: ärger noch, als wenn wir sämtliche Teilzellen im selben Heuaufguß beließen: denn hier bewegen sich die Zellindividuen wenigstens frei, sind rings von Nährflüssigkeit umgeben; dort (im Zellenstaat) müssen sie — etwa mit Ausnahme der Blut- und reifen Geschlechtszellen — im festen Verbande ausharren. Zwar sind umfangreiche Vorkehrungen getroffen, um die Abfälle des Stoffwechsels hinauszuschaffen: Kreislauf-, Ausscheidungs-, Atmungs- und Verdauungsapparate sorgen dafür, daß die Endprodukte abfiltriert und tunlichst schnell aus dem Körper entfernt werden. Zahlreiche Drüsen tragen teils die Abbauprodukte an die Oberfläche, teils sorgen sie für Entgiftung im Innern des Körpers. Aber all diese Vorrichtungen sind unvollkommen. Sie vermögen nicht zu hindern, daß allgemach dennoch eine Verunreinigung der massenweise aneinandergedrängten Zellen Platz greift; wodurch die Zellen mit der Zeit vergiftet werden.

In mehreren Zellgattungen — am auffälligsten in den Muskel- und Nervenzellen (Abb. 13) — läßt sich die Zu-

nahme der Stoffwechselschlacken nach Mühlmann[26]), Ribbert[27]), v. Hansemann[28]) sogar mikroskopisch sichtbar machen. Die unaufgeräumten Reste zeigen sich in Form dunkler Pünktchen an: als Körnchen, die aus fettartigen Farbstoffen (lipoiden Pigmenten) bestehen. Die Ablagerung beginnt in frühester Kindheit; sogar beim Neugeborenen ist sie bereits wahrnehmbar. Der Organismus altert von Geburt an! Doch sind im jugendlichen Alter zunächst nur wenige Körnchen nachweisbar; auch verteilen sie sich annähernd gleichmäßig über den ganzen Zellinhalt. Später vermehren sie sich und bilden örtliche Verdichtungszonen (Abb. 14). Man sieht leicht ein, daß derartige Zellen in ihrer Tätigkeit gehemmt sein müssen: erstens mechanisch, weil immer größere Raumteile der eigentlichen Zellmaterie von Schlacken verlegt und verdrängt werden; zweitens chemisch, weil die Schlackenstoffe durch ihre giftigen Eigenschaften lähmend wirken. Zuletzt stellt die Zelle ihren Betrieb ganz ein und geht zugrunde.

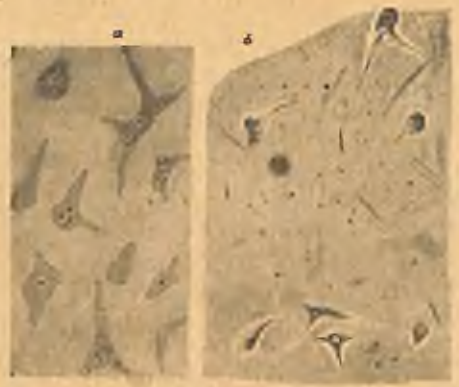


Abb. 13. Nerven- oder Ganglienzellen jugendlichen (a) und vorgerückten Alters (b). Die linke Figur (a) zeigt Ganglienzellen aus dem Rückenmark eines dreijährigen Knaben: schon hier sind die Pigmentkörnchen in den meisten Zellen nachweisbar, aber noch nicht übermäßig zahlreich und annähernd gleichmäßig verteilt. Ganglienzellen aus dem Zungenfleischnerv (rechte Figur, b) einer 80jährigen Greisin sind dagegen schon zum allergrößten Teil von dem fettartigen Farbstoffe erfüllt. In diesem Zustande können sie ihrer Funktion kaum mehr gerecht werden. (Nach Mühlmann.)

Abb. 14. Einzelne Ganglienzellen aus dem Rückenmark derselben Greisin wie Abb. 13b bei stärkerer Vergrößerung: hier ist die regionäre Verdichtung der Ablagerungen besonders deutlich, denen die Zelle und jede Organverrichtung, die von ihr abhängt, schließlich nicht mehr gewachsen ist. (Nach Mühlmann.)

Welche Zellsorten sind hievon am ehesten betroffen? Die Hautzellen nicht: sie teilen sich bis ins höchste Alter, ermöglichen selbst beim Greise immer noch Wundheilung, Haar- und Nagelwachstum, obgleich langsamer als in der Jugend. — Auch die Bindegewebszellen wuchern lustig weiter: indem sie überall, wo andere Gewebe eingehen, die frei werdenden Räume besetzen, erzeugen sie das typische Bild der Altersskerose (Abb. 15). — Desgleichen lassen die sogenannten Freß- oder Wanderzellen, weißen Blutkörperchen (Phagozyten, Lymphozyten, Leukozyten) keine Abnahme ihrer Leistungen erkennen: im Gegenteil betätigen sie sich fortgesetzt als Totengräber zugrundegehender anderer Zellen, die sie aufzehren; dadurch erst schaffen sie den Raum, dessen die nachrückenden Bindegewebe bedürfen. Wie selbst härteste Teile des Körpers der wegräumenden Tätigkeit der Freßzellen nicht widerstehen können, lehrt z. B. der Vergleich eines jugendlichen Unterkiefers mit einem gealterten (Abb. 16): all das, um was der letztere dünner, substanz-

Abb. 15. Bindegewebige Entartung (Alters-Sklerose) der Leber: mikroskopischer dünner Schnitt durch die Leber eines Greises: im Inneren (c, — bei d ein Blutgefäß getroffen) ist das Lebergewebe noch erhalten; von außen her (a) jedoch verdrängt bis ins späteste Alter wachstumsfähig bleibendes, faseriges Bindegewebe (b) die charakteristisch gestalteten Leberzellen oder Leberbälkchen. (Aus Lipschütz, Allgemeine Physiologie des Todes.)

ärmer, brüchiger geworden ist, — all das morsche, zermürbte Material haben die Freß- oder weißen Blutzellen (diese wahren Straßenkehrer des Organismus) beiseite geschafft. Hinge es von diesen so widerstandsfähigen Zellarten ab, so könnte der Organismus noch lange fortleben.

Abb. 16: Unterkiefer, links von einem erwachsenen, rechts von einem greisen Menschen: beweist, wie weit die Abnahme organischer Substanz selbst beim harten Knochen gehen kann. Die Zähne sind ja hier nur einfach nach außen gefallen; aber die Knochensubstanz ist durch Auffaugung („Resorptions-")vorgänge im Innern schmächtig und brüchig geworden, das Volumen und Gewicht des ganzen Kieferknochens ist erheblich verringert. (Aus Lipschitz, Allgemeine Physiologie des Todes.)

Es kommt aber etwas hinzu, was dem Leben des Vielzellers ein Ende macht. Gleich eingangs (S. 1) erwähnten wir als allgemeine Eigenschaften jeder Zelle: Reizbarkeit, Beweglichkeit, Stoffwechsel, Wachstum und Vermehrung: das ist (wie wir jetzt wissen) letzten Endes Zellteilung. Es war auch (S. 8) die Rede davon, daß der Einzeller all diese Fähigkeiten in seiner einzigen Zelle vereinigt; der Vielzeller hingegen weist jede Fähigkeit einer besonderen Zellengruppe zu, die sich darin — und nur darin — zur höchsten Vollkommenheit ausbildet.

Die mannigfachen Zellgebilde, die auf Abb. 17 zusammengestellt, aber samt und sonders durch den Besitz des Zellkernes in ihrem Rang und Formwert als einfache Zellen kenntlich sind, danken ihre so sehr verschiedenfältigen Gestalten den von ihnen ausgeübten, ebenso verschiedenen Tätigkeiten: Funktionsänderung muß ja stets von Formänderung gefolgt werden. Auch in der menschlichen Gesellschaft hat der Kopfarbeiter anderen Typus als der Handarbeiter; und unter den manuellen Arbeitern hat wiederum jeder seinen besonderen Typ: der Bäcker einen anderen als der Schuhmacher, der Schreiner einen anderen als der Schmied, der Schlosser, der Kleidermacher. Zur

Zeit der alten Zünfte, da häufiger als heute der Sohn dem Vater im Handwerk nachfolgte, und im ostasiatischen Kastenwesen prägte sich der spezifische Habitus stärker aus und

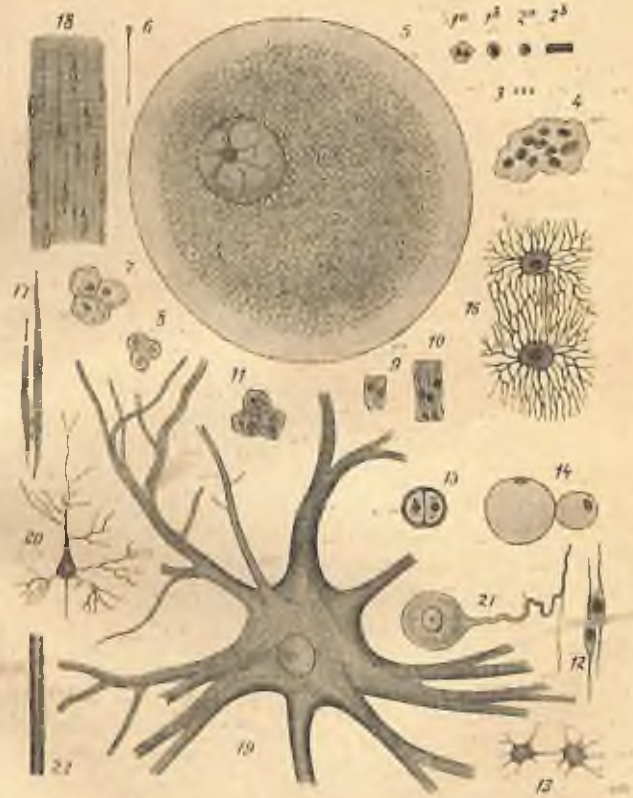


Abb. 17: Die Arbeitsteilung der Zellformen: wie Muskel- (17, 18), Samen- (6), Ei- (5), Leber- (11), Knorpel- (15), Knochen- (16), Fett- (14) und spindelige Bindegewebszellen (12), die bis ins Feinste spezialisiert sind, was nur mit Rückgang oder Verlust der jeweils übrigen Zellfunktionen erkauft werden kann. Bei den Nerven- oder Ganglienzellen (19, 20, 21) betrifft der Verlust auch die Teilungsfähigkeit: solche Zellen wachsen, ohne sich zu vermehren, zu einer Größe heran, welche die der meisten anderen Zellarten übertrifft. Dafür sind sie unersetzlich. Da keine neuen gleichartigen Zellen gebildet werden, bedeutet die Abnützung einer jeden unwiederbringlichen Verlust. (Nach Fürbringer aus Kammerer, Allgemeine Biologie.)

erhielt sich treuer, durch Vererbung der erworbenen funktionellen Anpassung von Vorfahren auf Nachfahren übertragen. Ähnlich überträgt die Zelle jede mit der Arbeitsweise geänderte Gestaltungsweise auf die durch Teilung erzeugten Nachkommen, in denen die Form als Stempel der Beschäftigung konserviert und immer schärfer „herausgearbeitet" wird.

Nun ist es naturgesetzlich geregelt, daß Einseitigkeit stets auf Kosten der Vielseitigkeit gehen muß: ein vorzüglicher Läufer kann sicher kein ebenso erstklassiger Flieger, ein guter Schuster kein ebenso guter Schneider, ein genialer Maler schwerlich ein ebenso hervorragender Musiker sein und umgekehrt. Je ausgezeichneter sich die Gewebszelle auf ihre besondere Tätigkeit einarbeitet, desto mehr treten ihre übrigen Fähigkeiten zurück: sie braucht sie im Gewebsverbande nicht mehr so notwendig; sind doch Nachbargewebe da, die für sie ausführen, was sie selbst auszuführen verlernt hat. Auch hier wiederholt sich in der menschlichen Gesellschaft ein Grundsatz, der in der Zellengesellschaft vorweggenommen ist. Auf der Stufe des Urmenschen oder „Wilden" — im Zellenleben dem Stadium des einzellig bleibenden Urwesens vergleichbar — muß jeder einzelne alle Arbeiten zur Bestreitung des Lebensunterhaltes selbst verrichten: er muß Jäger, Krieger, Ackerbauer, muß sein eigener Baumeister, Schneider und Koch sein. Auf höheren Stufen der Gesellung und Gesittung hat Arbeitsteilung („Differenzierung", Organisation) — oft in der Zuschärfung einseitigsten Spezialistentums — Platz gegriffen. Gevatter Schuster wird jetzt, wenn er einen neuen Anzug braucht, nicht mehr selbst zur Nähnadel greifen, sondern mit seinem Anliegen den Nachbar Schneider aufsuchen.

Kaum mehr Handwerker, eher schon weltfremde Künstler, die von ihrer Umgebung unterstützt und erhalten werden müssen, sind die Nervenzellen Spezialisten der Erregbarkeit, Muskelzellen solche der Bewegbarkeit, Darmzellen der Ernährungstätigkeit, Geschlechtszellen der fortzeugenden Teilbarkeit. Bei allen Zellen, außer den zuletzt genannten, ist die Teilungsfähigkeit herabgemindert, und das spricht sich am ganzen Körper (Zellenstaat) aus als eine Ver-

minderung der Wachstumsgeschwindigkeit. Wie rapid diese Verminderung vonstatten geht, zeigen die Wachstumskurven von Minot (Bibliographie siehe im Verzeichnis „wichtigster Schriften zu weiterem Studium", S. 110 u. f.). Als Maß des Wachstums dient hierbei das Körpergewicht: an einem gegebenen Tage, mit welchem die Gewichtsmessungen einsetzen, z. B. gleich nach der Geburt, wird das Tier gewogen; aus dieser und der jeweils nächsten Wägung berechnet sich die mittlere tägliche (monatliche, jährliche) Zunahme während der betreffenden Periode. Diese Durchschnittszunahme wird dann noch in Prozente des An-

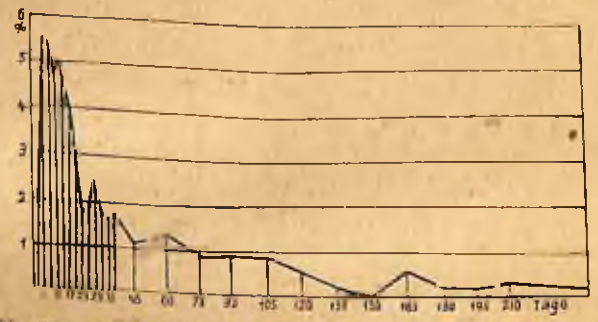


Abb. 18: Gewichtszunahme (Abnahme der Wachstumsgeschwindigkeit) beim Meerschweinchen. Längsachse (Abszisse): Alter des Tieres in Tagen nach der Geburt; Querachse (Ordinate): Prozente des Körpergewichtes zu Anfang der Wägungszeit. (Nach Minot, „Moderne Probleme der Biologie", Jena 1913, S. 59.)

fangsgewichts jeder solchen Wägungsperiode umgerechnet. Abb. 18 zeigt so die prozentuale Gewichtszunahme in aufeinanderfolgenden Lebenstagen: sie beträgt beim Meerschweinchen 2—3 Tage nach der Geburt 5% täglich, am 17. Tage nur noch 4%, am 45. Tage wenig mehr als 1%, und von nun an sinkt die Wachstumsgeschwindigkeit langsam weiter, bis sie zu Ende des ersten Lebensjahres nahezu Null wird.

Noch jäher ist der Kurvensturz, wenn wir den Beginn der Wägungen schon vor die Geburt, in die Embryonalzeit verlegen. Der Embryo kann natürlich (wenigstens derzeit; H. Abels begann auch hiefür ein Verfahren auszuarbeiten) nicht im Mutterleibe gewogen werden; die embryonale Ge-

wichtskurve kann nur gewonnen werden, indem (bei Tieren) zu bestimmten, verschiedenen Zeitpunkten der Trächtigkeitsdauer Embryonen geopfert, bzw. (beim Menschen, Abb. 19) Frühgeburten verschiedener Stadien zu demselben Zwecke verwertet wurden. Die Verzögerung der Gewichtszunahme ist also in der embryonalen Periode ungleich plötzlicher als in der nachembryonalen Periode: just die Zeit steilst ansteigender Entwicklungs-(Differenzierungs-)Prozesse fällt zusammen mit der Zeit stärkst abfallender Massenzunahme, schnellst abnehmender Wachstumsprozesse. Differenzierung und Wachstum, oder (was dasselbe bedeutet) Arbeitsteilung und Zellteilung stehen in verkehrtem Verhältnis zueinander: nach der Geburt ist die Arbeitsteilung im wesentlichen abgeschlossen; nun dürfen die noch zu bewältigenden Größenzunahmen viel allmählicher, langsamer abflauen. Diese Überlegungen haben Minot „zu dem Schlusse geführt, daß die Differenzierung als die wesentliche Ursache des Altwerdens zu betrachten ist".

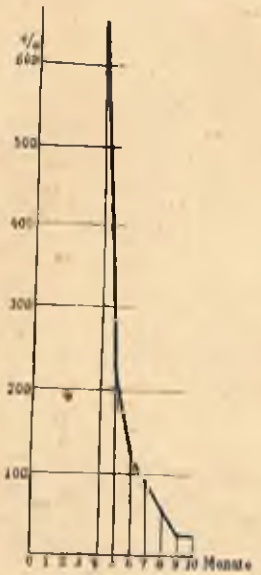


Abb. 19: Gewichtszunahme (Abnahme der Wachstumsgeschwindigkeit) beim menschlichen Embryo: auf der Abszissenachse ist das Alter des Embryos in Monaten seit der Empfängnis; auf der Ordinatenachse die Zunahmen in Prozenten des Anfangsgewichtes eingetragen. Die Gewichtsmessungen beginnen mit dem 4. Monat. (Nach Minot, „Moderne Probleme der Biologie", Jena 1913, S. 64.)

Der Nerventod.

Ganz besonders hat die Nervenzelle (Abb. 17, Einzelfigur 19) — als Erregungskünstler — ihre sonstigen elementaren Fähigkeiten nahezu eingebüßt: darunter wiederum

die Teilbarkeit. Der Neugeborene besitzt schon sämtliche Nervenzellen, die noch dem Greise zukommen: das Nervengewebe des Kindes wächst nicht mehr in der Art, daß die Zellen an Zahl zunehmen, an Größe gleichbleiben; sondern jede nimmt einzeln an Umfang zu, aber die Menge bleibt — von Verlusten abgesehen — durch das ganze Leben nach der Geburt dieselbe. Beispielsweise beruht die Gewichtsverdoppelung des menschlichen Gehirns vom 6. Monat bis ins 7. Jahr nur auf Zellenwachstum, nicht auf Zellvermehrung.

Nun stelle man sich folgenden Mechanismus vor: eine beliebige junge Zelle habe vier Pigmentkörnchen in sich abgelagert. Dann teilt sie sich, und jede Tochterzelle behält zunächst nur zwei Körnchen. Die Tochterzellen teilen sich abermals, und jede Enkelzelle bekommt — buchstäblich als Mitgift — von den ursprünglichen Körnchen nur noch je eines. So wird ein Gewebe durch sein bloßes Weiterwachsen, Weiterteilen der es aufbauenden Zellen, von seiner Schlackenlast befreit. Allerdings erneut sich die Last mit dem Funktionieren: nie aber kann sie derart überhandnehmen wie in ungeteilt verharrenden Zellen. Schon deshalb müssen Zellen, die nicht aus Gründen weitgetriebener Spezialisierung ihr Teilungsvermögen verloren haben, im Generationsverlaufe lebensfrischer bleiben. Und wenn immer ein Prozentsatz auch teilungsfähiger Zellen zugrunde geht, so werden sie automatisch durch gleichartige ersetzt: sofort sorgen überlebende Nachbarzellen durch ihre Teilungen für Nachschub.

Die Nervenzellen aber können sich von ihren Abfällen nicht entlasten, weil sie sich eben nicht teilen; und brechen sie unter ihrer Last zusammen, so ist der Verlust jedesmal unersetzlich. Unablässig verarmt der Organismus an Nervenzellen; unaufhörlich nützt er seinen Nervenapparat durch die Lebensarbeit selber ab. Sind vom Verbrauch Nervenzentren betroffen, die lebenswichtige Tätigkeiten beherrschen: dann muß das Leben stille stehen, sogar wenn die anderen Gewebe noch weiterleben könnten. Laut Ribbert*) sind es die Zentren, welche der Atmung und dem Herzschlag vorstehen, die zuerst versagen: hört aber das Herz auf, zu schlagen; hört die Lunge auf, Lebensodem einzu-

saugen, so ist es um uns geschehen. Nothnagel[29]) glaubte den natürlichen Tod als Herztod erkennen zu sollen; das Aufhören der Herzmuskelkontraktionen ist aber nur die mittelbare Todesursache. Ribbert zufolge ist der Tod aus Altersschwäche: unmittelbar ein Nerven-, ein Hirntod. —

Soll das stimmen, so werden wir fragen, wie sich berühmte, vielfach bestätigte Experimente damit vertragen, wo das Großhirn, ja der ganze Kopf des Versuchstieres entfernt wurde, welches trotzdem kürzere oder längere Zeit weiterlebte. Auch sind genügend Fälle bekannt, in denen angeborenes Fehlen des Gehirnes, ja dieses und des Rückenmarkes ohne augenblicklichen Verlust der Lebensfähigkeit beobachtet wurde.

Schmetterlingsraupen, die H. Przibram[30]) geköpft hatte, konnten sich noch verpuppen; Larven des Furchenmolches (Necturus), die Eycleshymer[31]) enthauptet hatte, überlebten den Eingriff um drei Monate, wuchsen langsamer, aber entwickelten sich weiter. Hier handelt es sich um niedere Tiere, bei denen die Zentren der Atmung und des Kreislaufes nicht auf die Kopforgane beschränkt sind wie bei höheren Wirbeltieren; sondern beim Molch liegen sie auch noch im Rückenmark, bei den Insekten im Bauchmark verteilt. Kopflose Mißgeburten höherer Wirbeltiere und des Menschen bleiben nur so lange lebensfähig, als sie (nach Häckels biogenetischem Wiederholungsgesetz) Stufen durchlaufen, die jenen niedrigen, unzentralisierten Formen entsprechen: sie sterben stets ab, bevor sie ihre Entwicklung vollenden konnten. Ein von G. Modena[32]) beschriebenes, ausgetragenes Kind, dem das ganze Gehirn und die vorderen Wurzeln des Rückenmarks fehlten, starb wenige Minuten nach seiner Geburt.

Wir brauchen also noch eine Erklärung für die Lebensfähigkeit von Säugetieren und Menschen bei natürlichem Fehlen oder künstlicher Entfernung des Großhirns.[33]) Großhirnlose Kinder beschrieb schon Geoffroy St. Hilaire, neuerdings Edinger und Fischer: in einem von diesen beiden Forschern vorgelegten extremen Falle wurde ein ohne Großhirn zur Welt gekommenes Kind 3¾ Jahre alt. Versuche,

beide Großhirnhälften restlos zu entfernen, gelangen Goltz an Hunden und Rhesus-Affen, Karplus und Kreidl ebenfalls am Rhesus, Rothmann an Hunden und Menschenaffen, Karplus an Löwenäffchen, Schrader an Tauben und Fröschen. Den größten Erfolg erzielten Goltz mit einem Hund, der bei voller Gesundheit getötet wurde, nachdem er mehr als 18 Monate nachweislich ganz ohne Großhirn zugebracht hatte; und Rothmann, der einen großhirnlos gemachten Hund sogar drei Jahre lang verpflegte.

Das Großhirn (Cerebrum) oder Neuhirn (Neencephalon), ist ein verhältnismäßig spätes Entwicklungsprodukt des höheren Wirbeltierstammes. Die niedrigeren Wirbeltiere (Reptilien, Amphibien, Fische) kommen zeitlebens ohne Großhirn aus; sie besitzen nur das Urhirn (Palaeencephalon), bestehend aus Hirnstamm, Kleinhirn und verlängertem Mark. Wer sich also — mit Hinblick auf die vorhin besprochenen Alterserscheinungen in Nervenzentren — wundern wollte, daß Säugetiere ohne Großhirn leben können, der müßte es erst recht bei niederen Wirbeltieren: denn die werden sämtlich ohne Großhirn geboren, ohne deswegen Mißgeburten zu sein und ohne die mindeste Einbuße ihrer oft recht ansehnlichen, die unsrige übertreffenden Lebensfähigkeit zu erleiden. Die Zentren der lebenswichtigsten Funktionen, wie Atmung und Blutumlauf, befinden sich eben — auch bei den höchsten Wirbeltieren — überhaupt nicht im Großhirn, sondern im Kleinhirn (Cerebellum) und im verlängerten Mark (Medulla oblongata). Wenn diese Gehirnteile verletzt werden, hört das Leben augenblicklich auf; mit aller Berechtigung verlegte man dahin seit alters her den eigentlichen Sitz des Lebens.

Eine hübsche Probe auf das Exempel ist Harms[34]) geglückt. Der Röhrenwurm Hydroides stirbt wie ein Wirbeltier am Gehirn, dessen Ganglienzellen im Alter schrumpfen, während deren Zellkerne bläschenförmig aufgetrieben werden. Unter körnigem Zerfall gehen Zellen samt Kernen schließlich zugrunde. Am ehesten sind diejenigen Ganglienzellen hievon betroffen, von denen die Nerven zu den Kiemen (den Atmungswerkzeugen des Wurmes) abzweigen. Dann kommt die Reihe an jene, die den Kreislauf

und die Nierenarbeit beherrschen. Im Beginne der Gehirnzellenentartung zeigen sich auch äußere Altersfymptome, eine Degeneration der rückwärtigen Leibesringe. Schnitt Harms diese rechtzeitig ab, so wachsen neue Ringel nach, „und das Tier bleibt länger am Leben, als wenn man es sich selbst überlassen hätte". Weil aber die Degeneration der Gehirnganglien inzwischen weiterschreitet, ist das Grundübel damit nicht behoben. Bei einem anderen Röhrenwurm (Protula) amputierte Harms[35]) deshalb den alten Kopf und ersetzte ihn durch das Kopfsegment eines jüngeren Tieres. Nun erst ist vollständige Verjüngung erzielt. Leider läßt sich dieselbe radikale Operation nicht auch beim Menschen durchführen; wir werden aber später von anderen Verjüngungskuren hören, die auch hier ein günstiges Ende herbeizuführen versprechen.

Das Altern der vielzelligen Pflanzen (Metaphyten).

Wenn nun die Tiere — und zwar bis zu ziemlich einfachen Formen hinab — buchstäblich wie die überfeinerte Kulturmenschheit „an ihren Nerven zugrundegehen": wie verhält sich dann die Sache bei Pflanzen, die doch gar kein Nervensystem besitzen? Trotzdem ist die Art, wie Pflanzen altern und sterben, nicht grundsätzlich von den gleichen Vorgängen im Tierreich verschieden. Auch die vielzelligen Gewächse haben ihre Vergänglichkeit — von gewaltsamen, etwa klimatischen Todesarten, z. B. bei Stürmen, Gewittern und (S. 4) beim Wechsel der Jahreszeiten abgesehen — einer langsamen Selbstvergiftung zuzuschreiben, weil sich in den Zellen Stoffwechselabfälle häufen, die lähmend auf die Assimilationsprozesse wirken.

Benedikt, Haberlandt, Voechting u. a.[36]) fanden in alternden Pflanzen die Teilungsfähigkeit der Zellen verringert, demzufolge auch die Ersatzfähigkeit abgeschnittener Stücke und die Knospenbildung verlangsamt; die Reizbarkeit war herabgesetzt, desgleichen die Beweglichkeit der

Spaltöffnungen (Atemschlitze), die Transpiration sowie, nach Willstätter und Stoll, die Assimilation der Kohlensäure: junge und alte Blätter des wilden Weines verhielten sich darin wie 9 : 0,9. Daraus wird die Untererhärung der Triebspitzen, wie sie bei alternden Pflanzen gefunden wird, begreiflich. Alten Bäumen entnommene Pfropfreiser wachsen nach Molisch schwächer, als wenn man sie von jungen Bäumen holt.

Allerdings wird die Beurteilung des Pflanzenalterns dadurch erschwert, daß der „Teiltod" (Partialtod) im Pflanzenorganismus eine viel größere Rolle spielt als im tierischen Organismus: der Laubfall, das Absterben der Blüten und Fruchthüllen, der oberirdischen Teile bei Zwiebel- und Knollengewächsen, das Abwerfen der Zweigspitzen, Abblättern der Rinde, die Verholzung usw. sind solche, mehr oder weniger lokalisierte Absterbeprozesse; sie bedrohen aber durchaus noch nicht Leben und Vollkraft des ganzen Gewächses. Wird nun ein Blatt, das zu baldigem Abfallen bestimmt ist, hinsichtlich seiner Lebensleistungen mit einem jugendlichen, unerwachsenen Blatt verglichen, so darf die in jenem wahrgenommene Abnahme der Leistungen nicht auf ein Altern der ganzen Pflanze bezogen werden. Ein Altern ist es nichtsdestoweniger; man muß sich nur gegenwärtig halten, daß es einzelne Pflanzenorgane betrifft und — zunächst wenigstens — nicht den ganzen Pflanzenorganismus bedroht.

Um so minder, als bei ihnen eine ähnliche Probe auf das Exempel „Stoffwechseltod" gelingt, wie wir sie vorhin — von Harms an einem niederen Tiere ausgeführt — auf das Exempel „Nerventod" stimmend befunden haben. „Es gibt Obstbäume," sagt Molisch[37]), „die zwar oft blühen und auch mitunter kleine Früchte ansetzen, die aber vor der Zeit Blüten und Früchte abwerfen. Werden solche Bäume geringelt, d. h. wird am Stamm oder Ast die Rinde in Form eines Ringes abgetragen, so werden die in den Blättern gebildeten organischen Stoffe bei ihrem Herabwandern an der Ringelwunde gestaut; sie können nicht weiter und häufen sich daher oberhalb der Wunde

an. Dies führt zu einer überaus günstigen Ernährung der Blüten und jungen Früchte und verhindert ihr Abfallen."

Weiter kann das Leben der todgeweihten Laubblätter verlängert werden, wenn man sie abschneidet und in feuchten Sand steckt, wo sie sich bewurzeln; in Gartentöpfe mit Erde übertragen, vegetieren sie als selbständige kleine Pflänzchen weiter. Der Blattstiel wird zum Stengel, zum Stamm: er „saugt Wasser und Nährsalze empor; diese müssen den Blattstiel durchwandern, der Blattstiel wird dadurch gut ernährt, leistungsfähig erhalten und bleibt infolgedessen viel länger am Leben, als wenn er nur Träger der Blattspreite geblieben wäre" (Molisch). Dieser Versuch ist von Kny und Molisch an Begonia, von Winkler an Torenia asiatica, von Knight an Kartoffel-, Mer an Efeublättern, von Carrière an solchen der Wachsblume (Hoja carnosa), von De Vries mit einem Blütenschaft von Pelargonium zonale ausgeführt worden. Ein Efeublatt z. B. wird sonst höchstens 28 Monate alt; durch Ablösung und gesonderte Bewurzelung gelingt es jedoch, sein Leben bis zu 7 Jahren zu erhalten (Küster). Die rege Tätigkeit und Selbsternährung, zu der das Blatt in all diesen Beispielen[38]) gezwungen wird, das Durchströmtwerden mit den Nahrungssäften läßt eine Stagnation von Stoffwechselabfällen einfach nicht aufkommen.

Letzten Endes aber sterben auch die Pflanzen, in ihren Teilen und als ganze, eines Stoffwechseltodes. Als giftige Endprodukte des Stoffwechsels, denen die Pflanzen um so eher erliegen müssen, als sie nicht — wie die Tiere — eigene Ausscheidungsorgane dafür besitzen, kommen (nach Zlataroff[39])) in Betracht: organische Basen, die beim Zerfall von Eiweiß entstehen (so Guanidin, Methylguanidin, Purin- und Xanthinbasen usw.); fernerhin Alkohole, Aldehyde, Säuren u. a., die beim Abbau von Kohlehydraten und Fetten gebildet werden.

Was hier zunächst bloße Vermutung war, unterwarf Zlataroff einer experimentellen Prüfung. Samen der Kichererbse (Cicer arietinum) ließ er zunächst 10 Tage lang über destilliertem Wasser keimen. Dann wurde ein

Teil der Sämlinge über verschiedenen Lösungen von Abbauprodukten weiterkultiviert: über Harnstoff, Guanidinkarbonat, Ammoniak, Wasserglas und über einem Extrakt aus vergeilten Kichererbsen. „In diesen Lösungen erfuhr das Wachstum der Keimlinge eine Hemmung." Die schädliche Wirkung aller aufgezählten Stoffe äußerte sich auch darin, daß die Prallheit (Zellspannung oder Turgeszenz) der Keimlinge zu wünschen übrig ließ; sie welkten. Nach zehntägigem Wachstum über den genannten Lösungen wurden die geschwächten Pflänzchen auf Knoppsche Nährlösung, teils ohne, teils mit Zusatz verschiedener Gegengifte (Pflanzenlezithin, Rhamnose, Slanutosterin) übertragen: in reiner Knoppscher Lösung gingen viele zugrunde, wogegen sich in den übrigen, treibenden Lösungen fast alle noch erholten.

„Die von mir bisher ausgeführten Versuche," sagt Zlataroff, „mit chemisch wohl definierten und als Abbauprodukte von Eiweißstoffen bekannten Substanzen können als Stütze dienen für die Auffassung, daß die im Laufe der Entwicklung einsetzende Wachstumshemmung, die in Alter und Tod ausläuft, auf einer Wirkung von Stoffwechselprodukten beruht." Einen Einwurf aber, dem die bisherigen Keimungsversuche begegnen, deutet Zlataroff selbst an: es erscheint nicht ausgeschlossen, daß fast beliebige Stoffe, die nicht der normalen Nahrungszusammensetzung angehören, in gleicher Weise schädigend auf Pflanzen wirken, die in solchen fremden Lösungen keimen müssen. Die Identität und Spezifität der von Zlataroff verwendeten Produkte mit denen, die im Stoffwechsel der verwendeten Pflanze (der Kichererbse) erzeugt und in ihren Zellen abgelagert werden, bleibt noch genauer zu erweisen. Da inzwischen Whitney[40]) und andere amerikanische Forscher mit wässerigen Auszügen aus erschöpftem Boden ebenfalls eine Wachstumshemmung der darin gekeimten Pflanzen feststellten, und zwar um so stärker, je konzentrierter der zur Anwendung kommende Extrakt: so wird der genannte Einwand kaum mehr imstande sein, an dem prinzipiellen Gesamtergebnis zu rütteln.

Das Altern der Kolloide und die „Hysteresis" der Biokolloide.

Die im Lebenslaufe angesammelten Stoffwechselschlacken versetzen also die Zellen in einen minder leistungsfähigen, minder bildsamen Zustand, dem sie endlich zum Opfer fallen: am ehesten solche Zellen, bei denen (wegen herabgesetzter oder gar in Verlust geratener Teilbarkeit) die Ablagerung am frühesten begonnen hat, und die sich aus demselben Grunde nur der kleinsten Mengen schädlicher Abfälle je wieder entledigen können. Sind lebenswichtige Zellgruppen hier inbegriffen, so heißt das für den ganzen Körper „mitgefangen, mitgehangen".

Mit dieser Annahme stimmt eine neue Folge von Untersuchungen aufs beste überein, die das „Problem der Probleme", die Altersfrage, nicht vom geweblichen, sondern vom physikalisch-chemischen Gesichtspunkte in Angriff nehmen. Sehr richtig nennt Ruzicka[41]) die Zellen- und Gewebelehre zum großen Teil ein in der Sprache der Gestaltenlehre (Morphologie) geschriebenes Buch über die physikalische Chemie der Lebensstoffe (Biokolloide). Schon Rößle[12]) schloß aus der verminderten Elastizität gealterter Bindegewebsfasern, daß die Altersveränderungen im letzten Grunde auf kolloidchemische Vorgänge zurückgeführt werden müssen; und Ruzicka hat diese Vermutung durch seine epochalen Entdeckungen über „Plasmahysteresis" zur Gewißheit erhoben.

Ruzicka kam gelegentlich ganz anderer Forschungen darauf, daß die Löslichkeit lebender Gebilde — im ganzen wie in all ihren Teilen — mit fortschreitendem Alter abnimmt. Die Abnahme der Lösbarkeit beruht auf Zunahme fester Stoffe in der lebenden Substanz; auf einer Verdichtung und Verfestigung (Kondensation) ihrer flüssigen Bestandteile. Diese Erstarrung und Erschwerung des Lösungsvermögens muß mit der Zeit den Stoffumsatz herabmindern, da sie ihm „ein stetig anwachsendes, mechanisches Hindernis" entgegensetzt. Da die Herabsetzung der Stoffwechselvorgänge für sämtliche Alterungsvorgänge im höchsten Grade kennzeichnend ist, so erscheint der enge und

allgemeine Zusammenhang der „hysteretischen" Erstarrungs- und der Alterserscheinungen ohne weiteres gegeben.

Außer durch Abnahme der Löslichkeit in verschiedenen Lösungsmitteln (z. B. Trypsin, Pepsinsalzsäure) wies Ruzicka noch auf anderen Wegen nach, daß die lebende Substanz in der Jugend nicht so reich an starren Elementen und deshalb plastischer, elastischer ist als im Alter. Wir erklärten (S. 16) den kolloiden Zustand eines Stoffes als denjenigen, der in Partikelchen von $^1/_{1000}$ bis $^1/_{1\,000\,000}$ mm Größe zersprengt und daher leicht quellbar ist. Dort wurde auch gesagt, daß alle lebenstätigen Stoffe Kolloide sind. Beim Altern nun rücken die Partikel näher zusammen; die Feinheit ihrer Zerteilung (Dispersion) nimmt ab, desgleichen ihre Quellbarkeit, innere Reibung (Viskosität) und ihr Wassergehalt. Durch das Ultramikroskop hat Ruzicka direkt sehen können, daß die Kolloidteilchen eines älteren Gewebes dichter beisammen sind als die eines jüngeren.

Von seinen übrigen Methoden sei noch das Ausflockungsverfahren erwähnt. Wenn die Teilchen einer kolloidalen Lösung enger aneinanderrücken, so scheiden sie bei gewissen Einwirkungen (z. B. Alkoholzusatz) auch leichter aus der Lösung aus; sie bilden Trübungen oder Niederschläge. Diese Ausflockung kann in der Tat bei Proben, in denen ältere Lebewesen oder Stücke davon gelöst wurden, eher bewirkt werden, als bei Proben, in denen sich Extrakte aus jüngerem Lebensstoff befinden. Letztere bleiben klar, erstere werden trüb oder bilden einen Satz auf dem Boden des Probiergläschens. Oder auch, es fordert die Niederschlagsbildung in der Saftprobe eines jungen Lebewesens größere Alkoholmengen als diejenige im Preßsaft eines älteren Lebewesens. Oder die Trübung der „jungen" Probe ist fein und gleichmäßig verteilt; in der „alten" Probe dagegen grob, und es scheiden sich größere Flocken aus. In noch anderen Fällen ist zunächst in keiner der beiden Proben eine Trübung wahrzunehmen; aber in der Probe aus „altem" Saft stellt sie sich nachträglich ohne weitere Maßnahmen doch noch ein. Abermals in einem weiteren Falle erscheinen umgekehrt zunächst beide Lösungen gleichartig ge-

trübt; aber in der „jungen" verschwindet die Trübung von selbst wieder, in der „alten" verschwindet sie nicht oder nimmt sogar an Dichte zu.

All diese beweisenden und immer wieder in gleiche Richtung weisenden Reaktionen geschehen in übereinstimmender Weise, ganz gleichgültig, welche Teile oder Arten von Lebewesen man der Probe unterzieht. Nuzicka verwandte Menschenserum, Rinderserum, Frösche (Eier, Quappen, erwachsene Frösche und ein 10 Jahre altes Tier) und Spinatpflanzen. Neuestens unterzog er auch Ratten derselben Prüfung, mit Rücksicht darauf, daß sie Steinach[2]) zu seinen (S. 54 noch zu besprechenden) Verjüngungsexperimenten gedient hatten. Dabei stellte sich das wunderschöne Ergebnis ein, daß Organextrakte aus verjüngten Ratten denselben Dispersionsgrad zeigten wie Extrakte aus jungen; wogegen solche aus alten Ratten die geringste Dispersion verrieten. Somit erscheint von einer ganz neuen Seite her bewiesen, daß die Gewebe verjüngter Tiere tatsächlich in den Jugendzustand zurückkehren; daß es sich also nicht bloß um ein hinausgeschobenes Altern oder gar nur um Erregungszustände handelt, die von einem um so schnelleren Verfall gefolgt werden müssen.

Tod aus inneren oder äußeren Ursachen?

So ist denn die letzte, erkennbare Todesursache bei Ein- und Vielzellern dieselbe: Stoffwechselschlacken, die sich um die Zellen und in den Zellen angesammelt haben und nicht mehr ausgeschieden werden können. Nur folgenden Unterschied halten wir vorläufig noch fest: die Einzeller brauchen dieser Todesursache unter Umständen nicht zu begegnen; die Vielzeller müssen es früher oder später — sie ist bei ihnen an die Arbeitsteilung ihrer Gewebe gebunden.

Der Stoffwechseltod — bei Tier und Mensch Nerventod —, der sich beim Fernbleiben anderer, rascher wirkender Todesursachen einfindet, ist also der natürliche Tod aus

Altersschwäche. Erneuern wir nun die eingangs aufgerollte Frage: ist dies ein Tod aus inneren Gründen, die vom Leben unzertrennlich sind? Oder reiben äußere Reize das Leben langsam auf? Würden die Zellen nicht von Reizen getroffen; wäre es nicht ihre Aufgabe, auf Reize zu reagieren, so würden sie sich nicht abbrauchen, würden keine Betriebsschlacken in sich aufsammeln. Andererseits gehört die Reizreaktion unausweichlich zum Leben: sie ist sein elementarstes Merkmal, ohne welches von Lebendigsein nicht die Rede sein könnte. Wir dürften daher allgemein von einer dem Leben selbst eigentümlichen, innerlich notwendigen Todesursache sprechen, wären nicht die Einzeller und die Experimente von Woodruff.[17—19])

Endprodukte sind allerdings vom Lebens-, wie von jedem anderen Betriebe unzertrennlich. Wenn es aber gelingt, sie restlos zu entfernen, so ist damit auch die Todesursache in Wegfall gekommen. Woodruff erreicht dies in einfachster Weise durch Wechsel der Kulturflüssigkeit: die neue Nährlösung wirkt wie ein reinigendes, erfrischendes, verjüngendes Bad auf die darin schwimmenden Zellen; die Selbstvergiftung bleibt aus und das Sterben ebenfalls. Bei den Urwesen ist jede Zelle einzeln dem Reinigungsbade zugänglich; vermöchten wir verborgenste Teile des vielzelligen Körpers ebenso zu erreichen und auszuwaschen; vermöchten wir bei uns namentlich die Gehirne auszuspülen (was ja zuweilen so angezeigt erschiene): wäre uns dann nicht im gleichen irdischen Sinne wie den Urwesen ein „ewiges Leben" sicher?

Wirklich gibt es Tatsachen, die sich ungezwungen so verwerten lassen. Wir erwähnten, daß das Herz stillsteht, sobald die zugehörigen Nervenzentren versagen; und Notnagel[20]) glaubte, das Herz gehe im Tode allen übrigen Organen voraus. Wenn wir aber ein Herz, das bereits stunden-, ja tagelang zu schlagen aufgehört hat, außerhalb des Körpers mit physiologischer Kochsalzlösung durchspülen, so fängt es wieder an, sich zu dehnen und zusammenzuziehen.

Man hat ferner gelernt, dem Körper — sogar dem frischen Leichnam — winzige Gewebsstückchen zu entnehmen

und in der Höhlung des ausgeschliffenen Objektträgers (S. 14, Abb. 9) weiterzukultivieren. Als Nährlösung dient hier Blutserum (Blutwasser, also was vom Blut nach Entfernung der Blutkörperchen übrig bleibt), das natürlich bald von den Abfallstoffen des wuchernden Gewebes durchseucht ist. Jahrelange Fortzucht der isolierten Gewebsteilchen (Abb. 20) gelingt denn auch nur unter der Bedingung, daß der Serumtropfen oft erneuert und bei gleicher Gelegenheit auch die Gewebestückchen selbst mit Ringerscher Lösung (einer verbesserten physiologischen Kochsalzlösung) gründlich ausgewaschen werden.

Abb. 20: Gewebskultur im „hängenden Tropfen" (vgl. auch Abb. 9) bei stärkerer Vergrößerung: in der Mitte das ursprüngliche isolierte Gewebsbröckchen, inzwischen abgestorben; ringsum der sich strahlig ausbreitende Zuwachs. Die darin sichtbaren konzentrischen Streifen bedeuten Wachstumsetappen ähnlich den Jahresringen der Bäume: sie haben aber in der künstlichen Gewebskultur keinen zeitlichen Charakter, sondern bezeichnen die Momente, da die Kultur aus ihrer Nährlösung herausgeholt und ausgewaschen wurde. In dieser Sauberung von Stoffwechselschlacken liegt ja die Grundbedingung, daß auch vielzelliges Gewebe auf sozusagen unbeschränkte Dauer in Pflege genommen werden kann. (Nach Carrel.)

Auswaschung und Entgiftung besorgen sonst — im lebenstätigen Körper — Blutlauf und Blutdrüsen. Nur arbeiten sie, wie erwähnt, nicht sauber genug, sondern lassen Rückstände übrig, die mit der Zeit in todbringender Weise überhandnehmen müssen. Denkbar ist die Möglichkeit, daß Gefäße und Drüsen vervollkommnet werden; oder daß die Stoffwechselrückstände durch ein künstliches Verfahren beseitigt werden, wie es Woodruff an seinen Einzellerkulturen so simpel durch Wechsel der Nährlösung vollzieht. Wir dürfen deshalb sagen: theoretisch sind die Vielzeller ebenso unsterblich wie die Einzeller. Und die Bedingungen, unter denen sie ihre Unsterblichkeit er-

langen, sind ebenfalls bei Ein- wie Vielzellern dieselben. Praktisch sind sie beide, sind alle sterblich.[48]) Damit ist der unübersteiglich erschienene Abgrund zwischen beiden großen Lebensreichen endgültig ausgefüllt; das Problem des Todes und der Unsterblichkeit ist einer einheitlichen Lösung zugeführt.

Für die Entscheidung der Frage aber: Tod aus inneren oder äußeren Ursachen — genügt die Erkenntnis der möglichen (potentiellen) Unsterblichkeit. Obgleich der Tod im natürlichen Verlaufe (aktuell) stets eintritt, gehört er dennoch nicht zu den notwendigen Eigenschaften des Lebens, sondern wird dem Lebewesen nur durch seine Erlebnisse, also letzten Endes von außen her aufgedrängt. Zu ähnlichen Ergebnissen — zum Teil auf Grund noch anderer Erfahrungen und Erwägungen — gelangten auch Pütter[44]), Küster[36]) und Doflein[46]).

Der Unfug des Sterbens.

So gründlich vermag tieferes Eindringen in einen Wissensstoff die herrschenden Meinungen zu verschieben, daß oft deren Gegenteil und Kehrseite dabei herauskommt. War bisher allgemein angenommen, die Steingebilde seien unvergänglich — „unsterblich" kann man nicht wohl sagen —; und Vergänglichkeit sei eines der Merkzeichen, wodurch sich alle lebenden Gebilde von den leblosen unterscheiden: so stürzt Doflein[46]) diesen herkömmlichen Glauben einfach um. Der Fels altert: er verwittert. Auch das unorganische Kolloid (vgl. S. 37) altert: seine zerteilten („dispersen") festen Bestände rücken — ohne anderweitigen Einfluß als den der Dauer dichter zusammen, bis sie sich in der sie verbindenden Flüssigkeit nicht mehr schwebend erhalten können, sondern zu Boden sinken, „ausflocken". „Die Selbsterzeugung aber," sagt Doflein, „die ununterbrochen fortdauert, unterscheidet die Lebenserscheinungen von allen andern irdischen Vorgängen." „So dürfen wir denn in der potentiellen Unsterblichkeit eines der wesentlichen Merkmale des Lebens erblicken.

Gerade die dauernde Erhaltungsfähigkeit der lebenden Substanz ermöglicht das Bestehen des Lebens auf der Erde."

Die Ordnung der Todesarten.

Doflein unterscheidet in der Hauptsache folgende „natürliche" (d. h. nicht gewaltsame) Todesarten, wobei wir absehen vom „Partialtod", dem immer nur Teile, nicht der ganze Organismus zum Opfer fallen; und vom „Scheintod", der (wie Winter- und Sommerschlaf, Einkapselung zum Trockenschlaf, Yoghi-Schlaf, Spore, Pflanzensame, Dauerei) immer noch „latentes Leben" birgt und dem Organismus ein Wiederaufleben („Anabiose" gestattet. Auch erlauben wir uns einige Abweichungen von Dofleins System der wirklichen Todesarten, wo z. B. der Stoffwechseltod nicht zum Alterstod gerechnet wird.

I. Arten des „Subitantodes".

1. Der Schocktod, wovon wir S. 3 das Beispiel der Drohne kennenlernten, bei der das Hervorstülpen des Begattungsgliedes — sei es infolge geschlechtlicher Erregung, sei es infolge mechanischen Druckes — sofortiges Versagen der nervösen Lebensknoten mit sich bringt. Was hier regelrecht eintritt, geschieht andernfalls nur gelegentlich: der Hering ist — aus dem Wasser gehoben — sofort tot, schwerlich durch Erstickung wie andere Fische, die sich dabei stundenlang abzappeln. Hierher gehören auch die keineswegs seltenen menschlichen Todesfälle ohne erkennbare Ursache, in denen sogar der Sektionsbefund keine anatomische Veränderung nachweisen kann: O. Laurent[47]) führt sie auf heftigste Erschütterungen des Zentralnervensystems zurück, also auf Schockwirkungen, z. B. beim Platzen eines Geschosses in großer Nähe, besonders, wenn Erschöpfung und Entbehrung vorausgegangen waren.

2. Der Fortpflanzungstod, wovon wir die einsommerigen Pflanzen, gewisse Insekten (Eintagsfliegen, Sackspinner) und Würmer (Nereis und Syllis-Arten, Dodecaceria u. a.) S. 3 als Beispiele kennenlernten. Ein anderes Beispiel ist das Kugelwesen Volvox, dessen einzige Zell-

schicht beim Hervortreten der Keimkörper platzt, untersinkt und verwest; ebensoviele weitere Beispiele die Quallen, die Wegeschnecken Arion, der Tintenfisch Rossia, die Ketten-

Abb. 21: Vegetationsbild bei Monaco: im Vordergrunde rechts, am Abhang unterhalb der Klaubsteinmauer, eine blühende Agave (Agave americana): der Blütenschaft ragt so hoch empor, daß er (perspektivisch) die Gipfelhöhe des benachbarten Gehölzes von Strandfohren (Pinus maritima) zu erreichen scheint; aber die Laubblätter sind vor dem gänzlichen Zugrundegehen bereits welk geworden. (Originalaufnahme von Professor Dr. Hans Krawany.)

salpen, Neunaugen und der Aal. Die Agave (Abb. 21), die Talipotpalme und die Palme Corypha sylvestris, überhaupt alle nur einmal Früchte tragenden („monokarpischen") Pflanzen, mögen sie ein- oder vieljährig sein, erschöpfen durch Hervortreiben ihrer gewaltigen Blütenstände all ihre Laubsprosse so sehr, daß sie einschrumpfen und sterben.

II. Arten des Alterstodes.

3. Der Abnützungstod tritt aus mechanischen Gründen ein, wenn für die Lebensarbeit unentbehrliche Zellgruppen unbrauchbar werden; namentlich, wenn sie sich auch nicht mehr durch Teilung erneuern und ersetzen können. Schwund der Nieren-, Leber- und sonstigen Drüsengewebe, der Knochen und Muskeln, darunter des Herzmuskels, Verfettung und bindegewebige Entartung (Sklerose — Abb. 15, S. 23) führen zum Zusammenbruch.

4. Der Stoffwechseltod tritt aus chemischen Gründen ein, wenn

a) die Zuleitung der Nahrung versagt, wofür das bei der mechanischen Abnützung vorbereitete, abnehmende Leistungsvermögen des Herzens und der Blutgefäße eine Bedingung abgibt. Doch gibt es noch auffälligere Erscheinungsweisen der in Rede stehenden Todesart: gewisse kurzlebige Tiere haben im reifen Zustande gar keine Freß- oder Verdauungswerkzeuge, z. B. eine Familie der ruderfüßigen Krebse, die Monstrilliden, ferner die Bandwurmglieder nach Verlassen des Wirtsdarmes, die Männchen der Reblläuse und Rädertierchen, der schmarotzenden Ruderfüßer (Copepoden) und die „Ersatzmännchen" der Rankenfüßer (Cirripedien). Andere besitzen zwar funktionierende Mundwerkzeuge, aber von den drei Hauptnährstoffen der Tiere (Eiweiß, Fett, Kohlehydrate) nehmen sie nur einen zu sich, also ungenügend zur Bestreitung des Lebenshaushaltes: die Schmetterlinge saugen aus den Blüten nur Zuckersaft (ein Kohlehydrat), sind also schon dadurch zu baldigem Tode verurteilt. Noch andere Tiere machen von ihrer Fähigkeit, alle nur erforderliche Nahrung aufzunehmen, im geschlechtsreifen Zustande keinen Gebrauch mehr: viele Lachse erliegen nach der Fortpflanzung, weil sie während der Laichwanderungen nicht fressen; möglicherweise trifft dies noch regel-

mäßiger bei Neunaugen und Aal zu, die sich nach vieljähriger Entwicklungsfrist ein einziges Mal in ihrem Leben, das dann mit dem Lebensende gleichbedeutend ist, der Vermehrung widmen.

Hier tritt fast überall der Stoffwechseltod — in seiner Sonderform als Hungertod — in enge Verknüpfung zum Fortpflanzungstod; denn es sind vor allen Dingen bei und infolge ihrer Fortpflanzung zugrundegehende Lebewesen, die zugleich der Nahrungsmangel dahinrafft. Oft weiß man nicht recht, welches das Ursprüngliche und welches das Abgeleitete ist: haben z. B. die Eintagsfliegen verkümmerte Kauwerkzeuge, weil sie solche während ihrer kurzen, durch jähe Fortpflanzung begrenzten Lebensdauer nicht benützten und benötigten; oder pflanzen sie sich so rasch und ausgiebig fort, weil sie sich aus Mangel zur Nahrungsaufnahme tauglicher Organe nicht lange erhalten könnten? Ich neige ja zur ersten Deutung, aber man darf darüber streiten. — Stoffwechseltod ist es endlich, wenn

b) die Selbstvergiftung („Auto-Intoxikation") durch Ablagerung von Stoffwechselresten den erträglichen Grad überschreitet. Dies ist der einheitliche Nenner, auf den wir alle natürlichen Todesarten bringen konnten. Begegnet schon die Unterscheidung von Fortpflanzungs- und Stoffwechseltod vielfach Schwierigkeiten, so daß nur ein begrifflicher, kein Sachunterschied zurückbleibt, so ist es beim Abnützungs- und Selbstvergiftungstode noch durchgreifender der Fall. Indem gerade die teilungsunfähig gewordenen, also für mechanisches Unbrauchbarwerden angreifbarsten Zellen zugleich der chemischen Verderbnis am ehesten unterliegen, schmelzen Abnützungs- und Stoffwechseltod in eines zusammen.

Möglichkeiten der Unsterblichkeit für die Vielzeller.

All diese Todesarten nun betrachtet Doflein im letzten Grunde als gewaltsam und vermeidbar. Als Stütze dieser Anschauung verarbeitet er eine Unmenge scheinbar weit auseinanderliegender Tatsachen: natürliche Vorkomm-

nisse wie die tierischen (Krebsgeschwülste) und pflanzlichen Wucherungen (Gallen) beweisen ebenso wie künstliche Eingriffe (die von uns S. 40 ebenfalls herangezogenen Gewebskulturen), daß auch im gealterten Körper immer noch eine Anzahl Zellen jung und wachstumsfähig, oder bereits wachstumsunfähig gewordene Zellen verjüngungsfähig blieben. Doflein verwertet die durch Jahrtausende unerschöpfte Dauerfähigkeit ohne geschlechtliche Fortpflanzung bei Teilung, Sprossung, Pfropfung, Stecklingsbildung; ferner die Wiederaufnahme scheinbar erloschener Wachstumskraft beim Ersatzwachstum (der „Regeneration"), um zu zeigen, daß nicht bloß Keimzellen, sondern auch viele — wenn nicht alle — Körperzellen ihre von den Urwesen hergeholte, mögliche Unsterblichkeit bewahren und nur durch ungünstige Bedingungen der Zusammenarbeit, unharmonischen Aufbau, unvollkommenen Stoffwechsel in der Regel behindert werden, diese Unsterblichkeit auch zu bewahren. „Auch wenn hohe Differenzierung die Zellen hindert, den Schädigungen, die sie im Laufe des Lebens bedrohen, auszuweichen, sind es in letzter Linie Kräfte der Außenwelt, welche ihr Leben zerstören; äußere Kräfte, wenn sie auch im Innern des Körpers wirken. So sehen wir denn die ganze lebende Welt von einer seltsamen Fähigkeit der Unsterblichkeit getragen, ohne welche das Leben auf Erden sich nicht so viele Jahrtausende erhalten hätte. Der Tod ist eine nachträgliche Belastung des Lebens, mit dem die hohe Entwicklung im Organismenreich bezahlt wurde."

Neuerdings kamen noch Versuche von W. Götsch[48]) und Hartmann[49]) hinzu, die sich die Frage vorlegten, ob das Individuum nicht gewissermaßen seinen eigenen Tod überwinden könne, wenn man die Stoffe, die sonst für seine Nachkommen verwendet werden, ihm selbst zugute kommen läßt. Götsch wählte für seine Untersuchung den Süßwasserpolypen (Hydra) und gedachte dessen Knospenbildung dadurch zu unterdrücken, daß er ihm fortgesetzt — d. h. nach jedesmaligem Ersatz neuerdings — die Fußscheiben abschnitt. Die zwischen Außen- und Innenwand des zweischichtigen Polypenleibes entstehenden, für die Fortpflanzung wichtigen Zellen werden mit dem Verlust der Fußscheibe nicht berührt und kommen nun dauernd dem Individuum zustatten. Monatelang entstehen tatsächlich keine Knospen, und das Stammtier lebt weiter; auch ist es bezeichnenderweise gegen schlechte Pflege widerstandsfähiger als knospende, nicht regenerierende Vergleichsstücke. Der Zwang zu fortwährenden Ersatzleistungen wirkt erfrischend auf das seine Fußscheiben regenerierende Exemplar. Endlich aber hört die Regeneration doch auf: die Neubildung der Fußscheibe unterbleibt, und dafür tritt unaufhaltsam Knospenbildung ein; die Erzeugung neuer Individuen, nicht aber die Erhaltung und Erneuerung desselben Individuums überdauert den Tod.

In einer die gleichen Wege und Fragestellungen einschlagenden Untersuchung von M. Hartmann[49]) scheint die Fortpflanzung nicht den Sieg davongetragen zu haben. Hartmann benützte Aufgußtierchen, die sich (S. 6, 9) durch Zellteilung, und Strudelwürmer, die sich ebenfalls durch einfache Zweiteilung ihres vielzelligen Körpers vermehren können. Vor den Anzeichen wiederkehrender Teilung veranlaßte Hartmann seine Versuchstiere — und zwar wie Götsch durch Amputationen — zu Regenerationsleistungen. Dadurch wurde — unter Ausschaltung der Fortpflanzung — das Wachstum vom selben Individuum aus um Monate länger als normal in Gang erhalten. Durch periodische künstliche Verkleinerung wird also derselbe Effekt erzielt wie durch die natürliche Zerteilung: eine „fortgesetzte, periodische Verjüngung, eine dadurch ermöglichte, ungehinderte Assimilation und ein ungehindertes Wachstum" ohne die Schädigungen, welche sonst mit dem Zusammenarbeiten der Teile — namentlich eines vielzelligen Gebildes — unausweichlich verknüpft sind.

Auch vom Standpunkt dieser neuen, durch Doflein noch nicht berücksichtigten Versuche erscheint sein Satz gestützt und gerechtfertigt: „Daß es überhaupt in den Protisten unsterbliche Organismen gibt; daß die Keimzellen der Vielzelligen die gleiche Unsterblichkeit besitzen; daß sogar viele Körperzellen sie teilen: das beweist, daß die potentielle Un-

sterblichkeit eine der Eigenschaften der ‚lebenden Substanz' ist. Es gibt keinen natürlichen Tod der lebenden Substanz".

Küster[36]) schließt sich ihm an, mit Bezug auf die früher (S. 32) besprochenen botanischen Tatsachen; auch unter Hinweis darauf, daß es im Pflanzenkörper Zellen (parenchymatöse stärkeführende Zellen im Holz der Bäume) gibt, die sich entsprechend den Nervenzellen des Tierkörpers nicht mehr teilen können, trotzdem aber gleich diesen die ganze Dauer des Lebewesens lebend mitmachen, also 70 bis 80, vielleicht 100, 200 Jahre und darüber alt werden. Und da auch laut Küster die Selbstvergiftung der Zellen durch Stoffwechselabfälle für die Lebensdauer maßgebend ist, so meint er: „Möglicherweise würde die Einschränkung der Abfallanhäufung im Organismus dessen Lebensverlängerung bewirken; die völlige Ausschaltung jeder Ablagerung sogar das Sterbliche unsterblich werden lassen."

Pütter[50]) nimmt ebenfalls an, daß insbesondere viele niedere Tiere und fast sämtliche Pflanzen keine bestimmte Lebensdauer haben, sondern wohl stets nur Unfällen erliegen: es gibt also bei ihnen keinen natürlichen Tod. Die mehrere tausend Jahre alten Bäume gewähren die kenntlichste Illustration dazu: unter ihnen die Mammutskiefern oder Riesenfichten (Sequoia gigantea) Kaliforniens, von denen manche 4000 Jahre alt sein dürften; und der Drachenbaum (Dracaena), der 6000 Jahre auf Teneriffa stand und damit fast schon den Zeitgrenzen entwächst, die von der menschlichen Geschichte verfolgt werden können.

Freilich ist die Langlebigkeit der Bäume und Sträucher anders zu beurteilen als die Lebensdauer vieler, nichtverholzter („krautiger") Gewächse. Die Holzpflanzen sind keine einfachen „Individuen" (Personen), sondern sie sind „Stöcke" (Kolonien), die aus vielen, durch ungeschlechtliche Fortpflanzung (Knospung) auseinander hervorsprießenden, im organischen Zusammenhang verbleibenden Individuen („Sprossen") bestehen. Im Tierreich gibt es etwas Entsprechendes z. B. in Gestalt der Korallenstöcke, die ganze Riffe und Inseln (Atolle) bilden und sicher viele tausend Jahre alt werden können. Aber nur die von

etwa 80 m unter dem Wasserspiegel aufwärts befindlichen Korallen bauen weiter gegen die Oberfläche zu; die durch Senkung des Meeresgrundes tiefer geratenen bilden nur noch ein totes Gerüst. Ebenso ist ein ansehnlicher Teil der gewaltigen Baumstämme nur noch ein lebloses Skelett, welches den gipfelwärts weitergrünenden, zahlreichen Laub- und Blütenpersonen zur Stütze und saftleitenden Verbindung mit den ernährenden Wurzeln dient. R. Berndl[51]) beschreibt und bildet eine im Januar 1918 im Linzer Volksgarten gefällte Robinie ab, die an ihrer 2 m über dem Boden liegenden Gabelung eine kräftige Wurzel gebildet hatte; durch den hohlen, von Modererde gefüllten Hauptstamm führte diese Wurzel in die Erde hinab. So saß nur mehr ein verhältnismäßig schmächtiges, weitertreibendes Baumgewächs sozusagen im Sattel eines mächtigen, uralten Leichnams.

Man hat eifrig nach allgemeingültigen Maßstäben der Lebensdauer gesucht; man hat solche im Körperumfang und der zu seiner Herstellung erforderlichen Zellenzahl, der zu seiner Vollendung nötigen Wachstumsdauer finden wollen; in der gesamten Entwicklungsdauer oder derjenigen bis zur Geburt (Schwangerschafts- und Nachreifedauer), bis zur Gewichtsverdoppelung des Neugeborenen oder bis zur vollständigen Verknöcherung seines Skelettes; in der Intensität des Stoffwechsels und Qualität der Nahrung (ob Fleisch-, ob Pflanzenfresser); in der Art der Fortpflanzung (ob Eierleger, ob Lebendgebärer; ob mit, ob ohne Brutpflege; ob stark, ob weniger fruchtbar); in der Gehirngröße (Friedenthals[52]) „Zephalisationsfaktor"), in der Darmlänge und der Entfernung der Gewebe von der Außenfläche; in der Temperatur und anderen, äußeren Lebensbedingungen; in der Stammeszugehörigkeit und Organisationshöhe. Alles vergebens! Wohl stellen alle aufgezählten Faktoren unter Umständen Bedingungen der Lebensdauer dar; aber keiner ist ihre Ursache!

Aus der Erkenntnis, daß eine für die Art charakteristische „Lebensdauer" sich weder ableiten noch eindeutig bestimmen läßt, setzte Pütter[50]) an die Stelle dieses Begriffes den der „Absterbeordnung": eine Statistik, die

für jede Art festzustellen hat, wieviel Exemplare durchschnittlich in verschiedenen Altersklassen infolge herabgesetzter Widerstandsfähigkeit gegen die Schädigungen der Lebensführung zugrunde gehen. Diese Zahl steigt natürlich, je mehr das Alter der Individuenbestände, die daraufhin untersucht werden, vorschreitet und sie gegen Schädigungen widerstandsunfähig macht: Alter und Prozentsatz absterbender Individuen stehen in einem für jede Art gesetzmäßigen, geraden Verhältnis zueinander.

Der naiv-materialistische Unsterblichkeitsglaube von C. L. Schleich.

Wenn vorhin von Gelehrten die Rede war, die zu einer Art körperlichen Unsterblichkeitsglaubens gelangten, so darf Carl Ludwig Schleich nicht übergangen werden, der die leibliche Unsterblichkeit — neben der für ihn selbstverständlichen seelischen — sogar unbedingt behauptet. Ich muß gestehen, Schleichs sonderbare Unsterblichkeitstheorie gab mir den eigentlichen Anstoß, das Problem auch meinerseits einmal weiteren Kreisen vorzulegen. Die Theorie von Schleich ist ein brennendes Menetekel unserer Zeit; denn was für eine Zeit ist dies, wo solch ein Gemisch aus Phrase, Unkenntnis und Unwahrheit ernst genommen werden, Verleger und viele Leser finden konnte?[53]) Wegen Einsteins wohlbegründeter Relativitätstheorie, wegen Steinachs gut fundierter Verjüngungstheorie werden eigene Professorenversammlungen abgehalten, die diese Lehren als Irrlehren, ihre Urheber als Scharlatane, ihre Anhänger als Reklamehelden brandmarken wollen. Es ist mir nicht zu Ohren gekommen, daß Schleich — früher gleich Einstein Professor an der Universität Berlin — mit seiner Lehre je ähnliche Stürme der Entrüstung entfesselt hätte; und doch schlägt sie auf jeder Seite altgesicherten Erkenntnissen ins Gesicht[54]): aber nicht etwa im Sinne heilsamer Überprüfung und Umwälzung! Schleich nennt seine Theorie einen „Dolchstoß ins Herz des Materialismus"; aber — o gemeines Schicksal so vieler, die den

wissenschaftlichen Materialismus bekämpfen wollten: gröber materialistisch war noch keine! Der Gedankengang ist in kurzem der folgende:

Der Zerfall des vielzelligen Lebewesens, den man gewohnt sei, seinen Tod zu nennen und mit ihm ein unwiderrufliches Ende anzunehmen, sei in Wirklichkeit nur eine Zerlegung des hochzusammengesetzten Zellverbandes in seine einzelligen Urbestandteile. Schleich[55]) sagt wörtlich: „Würde eine seelische, plastisch-konstruktive Einheit den Leib eines höheren Lebewesens nicht bis zum Tode in strengem Verband und Arbeitsgemeinschaft zusammenhalten, so müßte auch der Menschenkörper nichts sein, als das, zu dem er auch nach dem Tode zerfällt: ein kribbelnder Ameisenhaufen von mikroskopischen Einzellern. Der Tod ist eben die Auflösung der diktatorisch durch die Seele zusammengehaltenen Zellgemeinschaft, er löst einen Zellstaatenverband zu einer postmortalen Anarchie auf. Der Tod eines Tieres ist der Zerfall eines Zellenverbandes zu Milliarden von Einzelwesen." Diese setzen das Leben, nur in anderen Kombinationen, fort.

Aber nicht den Zellen in ganzer Form, wie sie den Körper des zerfallenden Lebewesens aufbauten, schreibt Schleich Unvergänglichkeit zu, sondern nur gewissen, durch künstliche Farbstoffe (Anilinfarben) leicht nachweisbaren Zellkernbestandteilen: den Kernschleifen oder Chromosomen (vgl. S. 7, Abb. 4). Diese Chromosomen haben in ihrer Stäbchen-, Häkchen- oder Schleifengestalt eine oberflächliche Ähnlichkeit der äußeren Form, dazu noch eine gewisse Ähnlichkeit der inneren, stofflichen Beschaffenheit mit Bakterien. Bakterien aber sind Urwesen, daher unsterblich und unbegrenzt teilungsfähig. Diese Ähnlichkeiten zwischen Bakterien und Chromosomen waren es offenbar, die Schleich dazu verführten, in den Chromosomen den eigentlich unzerstörbaren Anteil jeder Zelle zu behaupten. Weder Verwesung noch Verdauung, weder Vergiftung noch Gerinnung sollen ihre Lebens- und Zeugungskraft dauernd schwächen können.

Nur eine Todesart gibt es, die auch das unsterbliche Chromosom vernichtet: die Verbrennung. Daher — laut

Schleich — das Verwerfliche der Feuerbestattung: sie sei die einzige Sünde am keimenden Leben, ein postmortaler Selbstmord, durch den wir unklug und unüberlegt verhindern, daß die Chromosomen — oder, wie Schleich sie oft nennt, die Nukleinkörner — ihrer ewigen Bestimmung gerecht werden. Worin besteht diese Bestimmung? Einfach darin, die Maden, die unseren Leichnam zerfressen, mit unseren ererbten und selbsterworbenen Persönlichkeitswerten zu befruchten. „Wer mikroskopisch jemals Einblick genommen hat," ruft Schleich[56]) begeistert aus, „in die sich hier vollziehenden Zellhochzeiten und Befruchtungen der Kleinlebewesen durch die Chromosombröckel des erschlossenen Keimmaterials der Begrabenen, der kann in diesem Vorgang nichts Fürchterliches, Schauriges und Ekelhaftes je mehr erspüren, seine Phantasie steht staunend, jauchzend vor dem allergrößten Wunder voller Schönheit!"

Auch unsere Ernährung, die Verdauung der Speisen, und zwar nach Schleichs Auffassung offenbar auch der gekochten, sei eigentlich ein Geschlechtsakt: eine schöpferische Mischung der in den gegessenen Tier- und Pflanzenzellen enthaltenen Chromosomen mit denen unserer Blutzellen. Lesen wir wiederum wortgetreu[57]): „Wenn z. B. die Erde in Hunderttausenden von Jahren langsam sehr heiß würde, so daß unsere Sohlen nicht mehr darauf haften konnten, so wäre die Möglichkeit zur Flügelbildung deshalb da, weil wir in unserem Leben so viel Geflügel . . . gegessen haben, so viel Kernsubstanz von Flügeltieren in uns aufgesammelt haben, daß die Vorbedingungen dafür geschaffen sind und diese Befruchtungen zur Flügelbildung aktiv würden." „So wurde . . . aus der nur lichtempfindlichen Substanz des grünen Einschlusses der Pflanzenzelle, des Chlorophylls, das allumfassende, lichtsaugende und lichtdeutende Menschenauge; aus dem Gold der Blätter im Herbst der Farbstoff des Blutes, aus der kleinen zuckenden Wasserblase (der Vakuole) im Innern der einfachsten Amöbenzelle das pulsende, klopfende Herz des Menschen, und die mit Kalksalzen gefestigte zarte Schaumblase der Protozoen wölbte sich in langer Entwicklungsreihe auf zu den Dombögen im

Knochen und zu dem beinernen Altar der denkenden Stirn."[58])

Eine Folgerung, die Schleich zu ziehen versäumt hat, wollen wir ihm hier — streng im Sinne seiner Behauptungen — nachtragen: ist die Einäscherung solch ein Frevel, weil sie die Keimkraft unserer Zellkerne vernichtet, so wäre dafür Menschenfresserei — am besten das Verzehren der Leichen — desto mehr zu loben. Wir ersparten so den Umweg, der „von den Bakterien zu den Maden, von da zu Infusorien, Fröschen, Vögeln, wilden und zahmen Tieren und zurück zum Menschen übergeht"[59]); und wir gewännen ein Mittel, unsere Keimsubstanz mit derjenigen unserer Verstorbenen gleich wiederum fruchtbringend zu vereinigen.

Freilich: strenge Inzucht müßte es sein; nur Leiber von Verwandten oder äußerstenfalls Volksgenossen dürften wir essen. Denn Schleich war trotz seiner immerhin poetisch schönen Allbefruchtungslehre strammer Nationalist und sang buchstäblich einen Hymnus auf den Konservatismus und die chinesische Mauer. Hören wir ihn[60]): „Wenn aber unsere Nahrung von fern herkommt, von Amerika und Australien, so können wir uns nicht wundern, daß unsere Zellen einen gleichartigen Typus nicht mehr behalten, sondern daß auch unsere Hirnzellen gewissermaßen von fremdartigen Rhythmen befruchtet werden, was dann schließlich zur Verwirrung und zum Untergang der Kulturen gesetzmäßig zu führen scheint. Der Chinese aber, in dessen Mais und Reis die Zellen seiner Urväter immer wiederkehren, bewahrt eine Konstanz des Körpers und Geistes, wie sie beispiellos ist. In diesem Experiment, das die Natur gemacht hat, fällt das Plus ohne weiteres auf die Seite derjenigen, die behaupten: bleibe auf der Scholle und laß alles Internationale fort, denn das Internationale scheint den Todeskeim in sich zu tragen."

Verjüngungsversuche.

Nach diesen Proben aus Schleichs zu der Zeiten Schande vielgelesenen und mit Begeisterung aufgenommenen Werken dürfen wir wohl zur Tagesordnung übergehen. Wir

kehren zurück zur Erkenntnis, daß die in den Körperzellen unentfernbar angehäuften Stoffwechselreste dem Leben des Vielzellers — ja unter normalen Bedingungen zu allermeist auch dem Leben des Einzellers — ein natürliches Ende bereiten. Halten wir diese Erkenntnis nochmals zusammen mit unserer Erwartung, das Leben müsse sich verlängern lassen, hätten wir ein Mittel an der Hand, die Stoffwechselschlacken fortzuspülen, wie es Woodruff an seinen Einzellerkulturen so einfach durch Wechsel der Kulturflüssigkeit vollzieht! Beim Vielzeller müßten etwa Blutgefäße und Blutdrüsen in ihrer entgiftenden Tätigkeit gestützt und verbessert werden.

Vielleicht ist in manchem meiner verehrten Leser aus diesem Anlaß schon die Frage aufgetaucht: wie verhalten sich zum Gesagten und Geforderten Steinachs Verjüngungsexperimente? Es wird hoffentlich nicht unwillkommen sein, wenn ich über den jetzigen Stand jener aufsehenerregenden und vielangefochtenen Experimente berichte, soweit sie eben mit unserem Thema in engste Fühlung treten.

Es sei mir also gestattet, kurz zusammenzufassen, daß Steinach[2]) davon ausging, die von ihm sogenannte „Pubertätsdrüse" — das Zwischengewebe der Keimdrüse (Abb. 22) — namentlich an der Schwelle des Greisenalters neu zu beleben. Jeder Eingriff, der das eigentliche Keimgewebe — Samenkanälchen im Hoden, Eiläschen im Ovarium — leicht schädigt, läßt das Zwischengewebe wuchern. Verlagerung der Keimdrüsen, schwache Reizung mit Röntgenstrahlen, Unterbindung oder Durchtrennung der Ausführungswege erzielen darin die grundsätzlich gleiche Wirkung. Die französischen[3]) und amerikanischen[5—8]) Mitentdecker Steinachs, sowie in Deutschland Harms[1]),[35]) arbeiten mit Überpflanzung jugendlicher Keimdrüsen; demgegenüber ist Steinachs Verfahren vollkommen unabhängig vom schwer beschaffbaren fremden Transplantationsmaterial, denn es bezweckt die Wiederbelebung der dem alternden Individuum eigenen Pubertätsdrüse. Am häufigsten erprobt und am zuverlässigsten ist die Verjüngungskur, die beim alternden Manne einen oder beide Samenleiter abbindet;

ungeachtet allen Widerspruches, dem die Verjüngung wie jede andere große Entdeckung begegnet, wächst die Zahl erfolgreich behandelter Patienten von Monat zu Monat.[62])

Die Pubertätsdrüse nun, die ihr Wachstum im Gefolge der Operation neu aufnimmt, ist eine der zuvor erwähnten Blutdrüsen oder Drüsen mit innerer Sekretion. Man versteht darunter Drüsen, die keinen Ableitungskanal besitzen und daher ihr Sekret unmittelbar in

Abb. 22: Querschnitte durch die Pubertätsdrüse. Das linke Bild zeigt den Querschnitt durch vier Samenkanälchen eines normalen Hodens. Er setzt sich hauptsächlich aus zweierlei Geweben zusammen: erstens eben aus dem Samenkanälchen (SK), deren Wandung mit dem sogenannten Sertolischen Zellen — erkennbar an den zahlreichen dunklen Zellkernen — ausgekleidet ist; deren Innenräume erfüllt sind mit lebensfrischen Samenzellen in allen Stadien der Reife. Zweitens aus einem sparsamen Zwischengewebe (PD), worin die Samenkanälchen eingesponnen erscheinen. Das rechte Bild zeigt uns dann — bei gleicher Vergrößerung — ein Stück Querschnitt durch einen Hoden, worin das Zwischengewebe durch Überpflanzung zu übermäßigem Wachstum angeregt ist; die Samenkanälchen sind enger, ihre Wandbekleidung aus Sertolischen Zellen ist ärmer geworden; vollends ihr Innenraum ist verödet, die Samenzellen abgestorben oder bereits gänzlich geschwunden. Trotzdem ist die Lebens- und Begattungsfähigkeit eines Tieres, das derartig veränderte Hoden trägt, nicht geschwächt, sondern verstärkt. In jenem gewucherten Zwischengewebe müssen wir daher den innersekretorischen Drüsenanteil des Hodens, die echte Pubertätsdrüse erkennen. (Nach Steinach.)

die angeschlossenen Blutgefäße entleeren. Die Blutmischung wird dadurch verändert, die Drüsenstoffe werden vom Kreislauf überallhin getragen. Noch an den entferntesten Körperteilen — soweit diese Teile dafür empfänglich sind — vermögen sie chemische Wirkungen hervorzurufen. Von der-

artigen Reizwirkungen interessieren uns besonders die „formativen", das sind solche, die Zellteilungen (also Wachstum) in bestimmten Körperbezirken anregen.

Groß ist z. B. die formative Wirkung der von der verjüngten Pubertätsdrüse ausgesendeten Reizstoffe auf die Haut: die trockene, runzlige, abschilfernde, bleiche oder blaurote Greisenhaut wird ersetzt durch eine feuchte, geschmeidige, rosige Jünglingshaut, auf der die Falten sich glätten und Haare von der ursprünglichen Jugendfarbe sprießen.

Löwy und Zondek[61]) haben die Verjüngungsoperation nach Steinach an 57—66jährigen Männern ausgeführt und festgestellt, daß die meisten Operierten eine ansehnliche Steigerung ihres Atemvolumens (der Luftmenge beim Einatmen) und Gaswechsels aufwiesen. Fügen wir hinzu, daß eine Verbesserung der Herztätigkeit, Stillstand etwa bestehender Gefäßverkalkung wiederholt beobachtet wurden, so ahnen wir, wo der Hauptmechanismus des ganzen wunderbaren Verjüngungsvorganges zu suchen ist: in dem von der Pubertätsdrüse aus neu angeregten Blutumlauf! Der Sektionsbefund im Tierversuch zeigte immer wieder, daß die altersverblichenen, blutarmen Organe — insbesondere Darm und Muskulatur — nach Vollzug der Verjüngung wieder frisch gerötet waren, sich wiederum frisch mit Blut injiziert darstellten. Der Kreislauf, der Gasaustausch, damit der gesamte Stoffumsatz ist bei den verjüngten Tieren und Menschen gehoben; und hier ist der Punkt, wo das Problem „Verjüngung" mit den Problemen „Tod und Unsterblichkeit" in eins zusammenschmilzt: so war offenbar Gelegenheit geboten, die Stoffwechselrückstände aus vielen, dadurch erst verjüngten, neu wachsenden Geweben zu beseitigen.

Da wir jedoch, wie beschrieben, an unserem Nervengewebe sterben, so wäre es von höchster Bedeutung, zu erfahren: wie verhalten sich zur Verjüngung die Zellen des Zentralnervensystems? Hier haben die Beobachtungen kaum begonnen. Namentlich liegen noch gar keine mikroskopischen Untersuchungen vor. Und es ist wenig,

was sich aus dem Verhalten der lebenden Versuchstiere und Patienten erschließen läßt.

Harms[1]) führte schöne Verjüngungsexperimente an greisen Hunden durch. Unter anderem sah er auf schäbigen Stellen neuen, dichten, glänzenden Haarwuchs entstehen. Wackelige Zähne wurden wieder fest, so daß ein 17jähriger Teckelrüde harte Knochen wiederum zerbeißen konnte. Erbsen- bis nußgroße Talgdrüsengeschwülste bildeten sich vollständig zurück. Aber eine Besserung der mit dem Nervensystem zusammenhängenden Altersbeschwerden vermißte Harms. Das schlecht gewordene Geruchsvermögen kehrte nicht wieder; der graue Star wurde nicht geheilt; ebensowenig eine Lähmung des Hinterkörpers: der betreffende Hund war vielmehr trotz erhöhter Bewegungslust noch steifer geworden.

Tröstlicher lauten die Befunde am ursprünglichen Versuchstier, der Ratte, sowie an menschlichen Patienten. Der senile Star schwindet manchmal (wohlgemerkt ohne Staroperation; nur durch die ganz entfernt davon vorgenommene Verjüngungsoperation!), Seh- und Hörschärfe werden hergestellt. Das brauchte noch keine Wirkung auf das Nervengewebe einzuschließen; nur das nichtnervöse Sinnesgewebe braucht daran beteiligt zu sein. Man sieht schon äußerlich, wie die trüb gewordenen lichtbrechenden Augenmedien wiederum hell, klar und leuchtend werden. Hingegen läßt sich die von den menschlichen Patienten einhellig gerühmte, außergewöhnliche Besserung ihres Gedächtnisses, Hebung ihrer geistigen Arbeitskraft und Ausdauer,[62]) kaum ganz auf Rechnung ihres gehobenen Allgemeinbefindens und der Autosuggestion setzen; sondern hier dürfen wir mit einiger Zuversicht die günstige Beeinflussung der Nervenzentren selbst vermuten.

Sollte sich das — wie immerhin noch möglich — als Irrtum herausstellen, so bedeutet die Verjüngung keinen Aufschub des Sterbens, sondern nur einen Aufschub des Alterns. Beides ist nicht etwa gleichbedeutend: ein überlanges Leben kann zu ansehnlichen Strecken seines Spätlaufes mit Altersbeschwerden belastet sein; und ein Leben, das normale menschliche Altersgrenzen erreicht, ohne

sie zu überschreiten, kann bis nahe seinem Abschluß in Vollkraft geführt werden. Setzt die Verjüngung nur das letztere durch, so wäre ihr Wert kaum geringer einzuschätzen. Selbst Harms[1]), dessen Ergebnisse verneinend lauten, soweit sie das kritische Nervengewebe angehen, erwartet von den Verjüngungsoperationen eine Ausschaltung der krankhaften Todesarten und die regelmäßige Erreichung des Nibbertschen[27]) Gehirntodes, also des physiologischen Todes aus Altersschwäche. Heute erreicht ihn — laut Notnagels[29]) Schätzung — höchstens ein Mensch unter hunderttausend.

Das wäre also Lebenserstreckung nur bis zu den Grenzen, die von den entscheidenden Nervenzentren unwiderruflich gesteckt werden: somit keine absolute Lebensverlängerung und erst recht keine Unsterblichkeit. Sondern immerhin Lebensverlängerung in dem relativen Sinne, daß ein vorzeitiges Ende vermieden werde und wir an unser eigentliches Lebensziel gelangen: zu dem, das zu erreichen jedem Menschen je nach seinem Vorrat an Lebenskraft und Lebenssaft beim Fernbleiben verkürzender Umstände beschieden ist. Also doch wiederum nicht Lebensverlängerung, sondern „nur" vermiedene Lebensverkürzung.

Wie dies die operative Verjüngung erreicht, steht völlig im Einklang mit den Vorstellungen, die wir uns im Verlaufe meiner Darlegung bilden durften: durch quantitative wie qualitative Wertsteigerung des Blutumlaufes und Neubelebung entgiftender Blutdrüsen. Nachträglich sei bemerkt, daß die Blutdrüsen im Körper ein zusammenhängendes Ganzes bilden: ein vieldrüsiges System. Kein Glied davon kann beeinflußt werden, ohne Beeinflussungen in den übrigen nach sich zu ziehen. Die Wiederbelebung der Pubertätsdrüse greift auf Schilddrüse, Hirnanhang, Nebennieren usw. über, bringt allenthalben die normale Sekretionstätigkeit wiederum in Fluß. Auf diesem Wege werden viele Gewebe von ihren selbstbereiteten Giften befreit, wie schon daraus zu entnehmen, daß sie ihr Wachstum nochmals aufnehmen; daß ihre Zellen, die das Teilungsvermögen bereits aufgegeben hatten, sich neuerdings zu vermehren beginnen.

Die Lebensuhr.

Unstreitig wird dadurch die Lebensdauer der betreffenden Gewebe verlängert; ob zugleich die absolute Lebensdauer des Gesamtkörpers: das wird davon abhängen, ob auch die kritischen Nervenzentren an der Durchspülung mit lebensfrischen Keimsäften noch beteiligt sind. Diese letzte Frage aber bleibt, wie betont, einstweilen unentschieden. Doch genügt schon die verlängerte Lebensdauer einzelner Gewebe, um die Behauptung, daß die Todesstunde vom Augenblick der Geburt bestimmt sei wie der Stillstand einer Uhr im Momente ihres Aufziehens, ihrer Wahrscheinlichkeit zu entkleiden. Die verdienstliche Entdeckung periodischer Gesetzmäßigkeiten, nach denen das Leben verläuft (vgl. noch mehr darüber S. 93), hat solche offensichtlich über das Ziel schießende Ansichten laut werden lassen. So sagt Fließ[25]):

„Was ich Ihnen heute nahebringen will, ist der Satz, daß alles Leben nach einem inneren, in der lebendigen Substanz selbst gegebenen Mechanismus abläuft, einem Mechanismus, welcher für den Menschen, das Tier und die Pflanze genau der gleiche ist, einem Mechanismus, der die Stunde unserer Geburt mit der gleichen Sicherheit kündet wie die des Todes" (S. 1). „Alles, was die Kunst vermag, ist im günstigsten Falle, den Organismus vor äußeren Schädigungen zu bewahren, die ihn vorzeitig töten. Vorzeitig, d. h. bevor er das ihm von der Natur bestimmte maximale Alter erreicht hat. Darüber hinaus kann kein Arzt der Welt ihm eine Stunde hinzutun. Der Organismus gleicht der aufgezogenen Uhr, welche die Gesetze ihres Ablaufs in sich trägt. Man kann die Uhr zertrümmern oder während ihres Ganges aufhalten. Doch werden dadurch die Gesetze ihres Ablaufes nicht ungültig. Ist aber ihre Energie wirklich verbraucht, dann steht die Uhr" (S. 103, 104).

Es ist entschieden eine zu weitgehende, zu grobe Mechanisierung des Lebensprozesses, die ihn in so starre, unabänderliche Bahnen zwingen will. Selbst das Uhrwerk kann — allerdings nur von außen her — neuerdings aufgezogen werden, wenn die Spannung seiner Feder nachläßt; kann

reguliert werden, wenn sein Gang zu schnell oder zu langsam dem Stehenbleiben zuläuft. Die lebende Uhr aber zieht sich selbst auf: vermöge der ihr innewohnenden Regulationsfähigkeit ergänzt und vermehrt sie in weitem Spielraum die ihr abhanden gekommenen Stoffe und Kräfte. Ist aber das organische Uhrwerk spröde und brüchig geworden, so gilt heute wenigstens für seine auswechselbaren Bestandteile Steinachs[62]) Zusammenfassung: „Aus den Versuchen an senilen Tieren ergibt sich, daß die Gewebe keine scharf begrenzte Lebensdauer haben. Wenn den alternden, von Atrophie bedrohten Geweben die Reizstoffe der inkretorischen Drüsen von neu m zuströmen, so tritt Regeneration und frisches Wachstum ein."

Die Rolle der Blutdrüsen beim Altern und Verjüngen.

Solches ist gewiß nicht bloß von der Pubertätsdrüse aus zu erreichen, sondern die Pubertätsdrüse war bisher lediglich unserem chirurgischen Eingriff am leichtesten zugänglich. Auch abgesehen von diesem rein technischen Beweggrund war es naheliegend, wenn die Verjüngungsbestrebungen sich vorerst an die Pubertätsdrüse hielten: gehört doch die Abnahme und das schließliche Aufhören der Geschlechtsfunktionen zu den auffälligsten, fühlbarsten Altersymptomen; nicht minder ist umgekehrt die Verminderung oder der gewaltsame Ausfall der Keimdrüsentätigkeit „von Alterserscheinungen seitens der Haut und ihrer Drüsen, an den Haaren und Zähnen, im Gebiete des Muskel- und Nervensystems begleitet. Nachdem die Kastration schon im jugendlichen Alter vielfach der senilen Degeneration ähnliche Veränderungen zur Folge hat, ist es begreiflich, daß sowohl das physiologische Altern als auch das vorzeitige Altern (der Senilismus) mit einer Unterfunktion der Geschlechtsdrüsen in Zusammenhang gebracht worden sind" (Biedl[63])).

Nun ist das Aussehen und die Verfassung des Kastraten auf der einen, des Greises auf der anderen Seite nicht

schlechthin einander gleich; andere als die soeben aufgezählten Züge unterscheiden beide, finden sich aber vor, wenn statt der Geschlechts- eine andere Blutdrüse fehlt, entfernt wurde oder unterentwickelt ist; und noch andere Züge stimmen überein, fast gleichgültig, ob diese oder jene Drüse erkrankt, entfernt, entartet oder zusamt dem ganzen Körper gealtert ist. Horsley, Gilford, Vermehren, Rummo, Ferranini[64]) und in neuerer Zeit namentlich Lorand[65]) weisen auf die weitgehenden Ähnlichkeiten hin, die zwischen Greisenalter und den Symptomen des Schilddrüsenmangels bestehen: „Das Ausfallen der Haare und Zähne, das Trocknen und Faltigwerden der Haut, die herabgesetzte Körpertemperatur, die verminderte Schweißsekretion, die träge Verdauungstätigkeit, der herabgesetzte Stoffwechsel und die hiebei auffällige Fettablagerung und nachfolgende Abmagerung, der Schwund des Genitales, die Abnahme der psychischen Leistungsfähigkeit und die im ganzen herabgesetzte Tätigkeit des Nervensystems sind Erscheinungen, die an jene des chronischen Myxödems (teigige Entartung des Unterhautbindegewebes, wenn es im Blute an Schilddrüsenstoffen fehlt!) erinnern," sagt Biedl[56]).

Wie nun die Rückbildung der Geschlechts-, im engeren Bereiche der Pubertätsdrüse nur einen Teil der Alterserscheinungen mit sich führt, so bringt auch die Wiederbelebung der Pubertätsdrüse zunächst nur eine „Teilverjüngung" (Pütter[67]) heran. Gleichwie aber die Pubertätsdrüse später die übrigen Glieder des vieldrüsigen Systems mit sich reißt, so daß zuerst ihre innere Sekretion überall wieder in Gang kommt, welch letztere dann die Tätigkeiten des nichtdrüsigen Restkörpers in normalen Gang rückversetzen; ebenso wäre vermutlich eine beliebige andere Blutdrüse imstande, durch ihre Neubelebung das gleiche für die Neubelebung des ganzen Blutdrüsensystems und mittelbar des Gesamtorganismus zu leisten. Es erscheint mir durchaus plausibel, daß in dem Augenblick, da es gelingt, den Altersschwund einer anderen Blutdrüse — sei es durch Röntgenbestrahlung, sei es durch Verlagerung der eigenen oder Einpflanzung einer fremden, jugendlichen Drüse — rückgängig

zu machen, auch von hier ähnliche Auffrischungserscheinungen ihren Ausgang nehmen werden wie von der Pubertätsdrüse. So dürfte die Wiederbelebung der Schilddrüse ebenfalls eine „Teilverjüngung" (nur mit etwas anderer Reihenfolge der Symptome als von der Pubertätsdrüse aus) vorzunehmen imstande sein. Daß Einpflanzung einer Brieseldrüse (Thymus), die normalerweise nur im kindlichen Organismus nachzuweisen ist und bereits in der Geschlechtsreife schwindet, belebende Wirkungen auf den alternden oder kranken Organismus ausübt, ist durch einen Vorversuch des Wiener Arztes Burbaum[68]) an Hunden wahrscheinlich gemacht.

Und neuestens brachte Romeis[69]) seinen experimentellen Befund, daß die Verpflanzung der Leber greise Ratten ähnlich verjüngt wie die Einpflanzung jugendlicher Geschlechtsorgane, als Einwand gegen Steinach vor. Nun kommt aber der Leber — neben ihrer außensekretorischen Aufgabe, die Galle zuzubereiten und durch den Gallenblasengang in den Zwölffingerdarm zu entleeren — auch eine innensekretorische Leistung zu: sie reguliert den Zuckergehalt des Blutes, indem sie den Überschuß daran in ein anderes Kohlehydrat, das unlösliche und als Reservestoff dienende Glykogen, umwandelt; bei Mangel an Zucker wird dieser umgekehrt wieder aus einem Teil des Glykogens gebildet und in solcher Gestalt zu den Geweben transportiert. Ferner bereitet die Leber aromatische Säuren, die einen wohltätigen, entgiftenden Einfluß auf das Blut nehmen. In ihrer Eigenschaft als innersekretorische Blutdrüse steht die Leber mit den übrigen Blutdrüsen gewiß in ähnlicher Wechselwirkung, wie die Pubertäts-, die Schild-, die Brieseldrüse. Daß also die durch Überpflanzung bewirkte Leberauffrischung dem Gesamtkörper eine Auffrischung vermittelt, ist im Lichte unserer heutigen Erkenntnisse nichts weniger als wunderbar. Romeis' Befund bildet daher keinen Einwand oder gar Widerspruch, sondern im Gegenteil eine willkommene Bestätigung und Ergänzung der auch von Steinach vertretenen, neuerlich von Koppánni ausgebauten, innersekretorischen Alterungs- und Verjüngungstheorie.

Altern und Altersbekämpfung vom Darme aus.

Noch andere, ältere Anschauungen lassen sich damit bestens in Einklang bringen. So die schon von dem Mailänder Ärzte Valli[70]) (1797) ausgesprochene Ansicht, daß der Organismus sich andauernd selbst vergifte, weil seine Stoffwechselprodukte überallhin in die Gewebe vordringen und dadurch allmählich diejenige Abnahme der Gewebeleistungen verschulden, die das Alter kennzeichnen. Die von uns (S. 22) beschriebenen und abgebildeten Ablagerungen fetthaltiger Farbstoffkörnchen in den Zellen sind ja nichts als der sichtbare, Gestalt gewordene Ausdruck jener ständigen Selbstvergiftung.

Metschnikoff[71]) hat sodann nach der Quelle gesucht, von der die alt machenden Stoffwechselgifte ihren Ursprung nehmen: er glaubte sie in der Bakterienflora des Dickdarmes gefunden zu haben. Die Vögel, die keinen oder nur einen ganz kurzen Dickdarm besitzen, erreichen ein im Verhältnis zu ihrer geringen Körpergröße sehr ansehnliches Alter: während eine Maus oder Ratte nur 2—3 Jahre alt wird, lebt der ungefähr ebenso große Sperling und Kanarienvogel rund zehnmal so lange. Und gerade die Laufvögel (Strauße), die unter allen Vögeln den längsten Dickdarm haben, leben trotz ihrer bedeutenden Größe eher kürzer denn länger als ein Sperling, also um sehr vieles kürzer als die ein Jahrhundert überdauernden Krähen, Papageien, Raub- und Schwimmvögel.

Im Dickdarm bleiben stets Exkremente stunden- und tagelang liegen. Metschnikoff[72]) deutete dies (wohl nicht ganz richtig) als eine Anpassung an die Notwendigkeit, sich durch Schnellauf den Feinden zu entziehen: während der Vogel auch im raschesten Flug exkrementiert, muß das Säugetier warten, bis die Eile seiner Flucht sich wenigstens einigermaßen mäßigen durfte. So sei eine provisorische Ablagerungsstätte, gewissermaßen ein Staubecken für Exkremente im Körper der Säugetiere (wie schon in dem der flugunfähigen Laufvögel) entstanden: eben der Dickdarm.

Zugleich mit der Nahrungsaufnahme gelangen unvermeidlich zahllose (nach Strasburgers Schätzung 128 Bil-

lionen) Bakterien in den Darm, die sich überall, wo sie ihnen zusagende Nährstoffe vorfinden, dauernd ansiedeln und vermehren. Diese Kolonisation beginnt sehr bald nach der Geburt; von da an bleibt dem Verdauungskanal durch das ganze Leben eine reiche Bakterienflora erhalten. Bakterienarten mit giftigen, schädigenden Abscheidungen finden nun gerade dort ihr Gedeihen, wo die zur Ausstoßung reifen Verdauungsreste lagern, also im Dickdarm. Zugleich aber ist kein anderes Organ kraft seiner natürlichen Aufgaben so geeignet und willfährig, von seinem flüssigen Inhalt Nachbarorganen abzugeben; keines besitzt so durchlässige, aufsaugende Wände, wie abermals der Darm. Nicht bloß die Absonderungen der im Darm lebenden Bakterien, sondern manchmal (wenngleich dies anscheinend in beschränkterer Weise,[74]) als man früher glaubte,[75]) da man alle Krankheiten vom Darm aus kurieren wollte) sogar die Bakterien selbst gelangen durch die Darmzotten in die Lymph-, von hier in die Blutgefäße und durch Vermittlung der Gefäße und des Kreislaufes in alle Körperteile. Nehmen daher Darmbakterien mit giftigen Ausscheidungen während des ganzen Lebens überhand, so auch die von ihnen ausgehenden, vergiftenden Wirkungen im ganzen Körper, wodurch zunächst dessen Altersschwäche, zuletzt dessen Vergiftungstod heraufbeschworen werden.

Liegt somit die Wurzel des Altersübels im Dickdarm, so konnte man darauf bedacht sein, sie zu entfernen. Der Mensch kann tatsächlich ohne Dickdarm leben: Operationen, bei denen der kranke Dickdarm herausgeschnitten werden mußte, bewiesen es auf das schlagendste! Jetzt gingen manche Ärzte bis zur Forderung nach einer allgemeinen Exstirpation des Dickdarmes behufs Verlängerung des Lebens. Aber auch die von Natur aus dickdarmlosen Tiere, ja die ganz darmlosen Pflanzen altern und sterben: Stoffwechselgifte, Abnützung der Zellen und Ablagerung von Schlacken in ihnen erlangen ihre verderbliche Macht auch auf anderen Wegen als einzig durch Vermittlung des Darmes!

Ist es daher ein Unding, den Stein des Anstoßes so radikal zu entfernen, so genügt vielleicht eine Ausräumung und Desinfektion des infizierten Darminhaltes? Das ist der Weg, den Metschnikoff und seine Schule selber eingeschlagen hat.

Wissenschaftsgeschichtlich nicht ohne Interesse ist es, daß viele Lebenseliriere der Geheimmittellehre entweder Erregungsmittel waren, von denen keine dauerndere Aufpulverung zu erwarten ist als von schwarzem Kaffee, Tabak und Alkohol, oder aber Abführmittel. So enthielt der berühmte „Tee zum langen Leben" des Grafen St. Germain als wirksamsten Bestandteil Sennesblätter. Es scheint fast, als gebe es ein universelles Wahrheitsgesetz, dem selbst der plumpste Schwindel gehorchen muß. Auch der tollste Aberglaube enthält immer noch ein Körnchen Wahrheit: indem die chronische Stuhlverstopfung zweifellos die Selbstvergiftung des Körpers erhöht und beschleunigt, mag tatsächlich jedes Medikament, das sie beseitigt und den Darm reinigt, in einem beschränkten Sinne zur Jungerhaltung und Lebensverlängerung beitragen!

Rationeller und biologisch bedeutsamer ist jedenfalls das Mittel, durch welches Metschnikoff der vom Dickdarm ausgehenden bakteriellen Selbstvergiftung zu Leibe gehen wollte. Es sind natürlich nicht durchweg schädliche Bakterien, die mit den Speisen aufgenommen werden: nicht ausschließlich Parasiten, die zu unserem Nachteil im Darm weitervegetieren; sondern vielfach auch Symbionten, die zu ihrem eigenen Vorteil denjenigen ihres Trägers und Herbergsvaters hinzufügen, indem sie dessen normale Verdauung erleichtern. Es fehlt nicht an Meinungen, wonach die Bakterienvegetation des Darmes für den Verdauungsprozeß sogar unentbehrlich ist; die Gewohnheit der Kulturmenschheit, ihre Nahrungsmittel größtenteils gekocht und daher bakterienfrei oder wenigstens sehr reinlich und daher bakterienarm zu genießen, wäre danach nur bis zu einem gewissen Grade nutzbringend, weil nicht bloß den krankheitserregenden, sondern auch den verdauungsfördernden Bakterien der Eintritt versperrt wird.

Um diese Frage zu entscheiden, wurden Versuche unternommen, Tiere unter allen nur erdenklichen Vorsichtsmaßregeln so aufzuziehen, daß sie von Geburt an für Bak-

terien völlig unzugänglich blieben. Zuerst haben Nutall und Thierfelder, später Cohendy und Wollmann[76]) an Meerschweinchen, sowie Küster an Ziegen nachgewiesen, daß sie — streng keimfrei verpflegt — ohne Bakterientätigkeit nicht nur am Leben blieben, sondern auch an Gewicht zunahmen. Die Meerschweinchen wurden kurz vor ihrer Geburt durch Kaiserschnitt dem mütterlichen Fruchthalter entnommen, in sterilisierten Käfigen untergebracht und mit sterilisiertem Futter versehen. Ein oder mehrere Geschwistertiere wurden zur Kontrolle in gewöhnlicher Weise aufgefüttert. In bezug auf Stickstoff- und Zellulosegehalt der Exkremente bestand kein Unterschied zwischen Versuchs- und Kontrolltieren. Daß in erstere sich nicht etwa trotz der Vorsichtsmaßregeln Bakterien eingeschlichen hatten, konnte durch mikroskopische Untersuchung des Darminhaltes sowie durch dessen Impfung auf Nährgelatine einwandfrei festgestellt werden: beide Methoden ergaben das vollständige Fehlen von Bakterien.

Dieses Ergebnis, daß Bakterien für die Darmtätigkeit sehr wohl entbehrlich seien, wird bestätigt durch die Wahrnehmung, daß die Gedärme arktischer und antarktischer Säugetiere bisweilen, in denselben Polarländern lebender Vögel sogar sehr oft keimfrei sind. Neuerlich hat Hesse[77]) den Darminhalt einer Lumme, einer Ente und einer Schnepfe auf Gelatineplatten geimpft, mit ganz negativem Resultat. Während sich Hesse bei seiner Durchsuchung auf luftbedürftige Bakterien beschränkte, legt die ältere Feststellung von Gazert (1902, 1903) besonderen Wert darauf, daß im Darm von Pinguinen, Seeschwalben und Sturmvögeln auch die nur bei Abwesenheit von Sauerstoff wachsenden („anaeroben") Bakterien, die sonst zur Darmflora den Hauptanteil liefern, vollständig fehlten.

Andere Untersucher sind freilich zu einem abweichenden Ergebnis gelangt, wonach z. B. Froschquappen, bakterienfrei aufgezogen, zwar nicht geradezu lebensunfähig sind, aber langsamer wachsen als die nicht steril aufgefütterten Kontrollexemplare.

Ist also die Frage nach der Lebenswichtigkeit und Mitarbeit der Bakterien bei den Darmfunktionen noch nicht endgültig entschieden, so kann dennoch kein Zweifel darüber herrschen, daß auch bei reinlichster Küchengebarung ungezählte Bakterien die Pforte in unseren Darm offen finden. Ob schädlich oder nützlich: es ist nicht daran zu denken, daß wir uns streng keimfrei ernähren könnten. Dann ist aber auch Gelegenheit geboten, daß die einwandernden Bakterien auf den im Dickdarm kürzer oder länger liegen bleibenden unverdauten Resten ihren Nährboden finden, und daß die giftigen Endprodukte (darunter die besonders verderblichen der Indol- und Phenolreihe) des Bakterienstoffwechsels die Lymphe, das Blut und die Gewebe ihres Trägers mitvergiften.

Ebensowenig kann zweifelhaft sein, daß es Bakterien gibt, die — in den Darm eingeschmuggelt — dort nicht bloß keine Störung verursachen, sondern noch darüber hinaus die gefahrdrohenden Bakteriensorten bekämpfen. Darauf baute Metschnikoff seinen Entgiftungsplan. Insbesondere sind die Milchsäurebakterien, die in der Sauermilch, dem Kefir, dem Joghurt vorkommen und deren Gärung verursachen, durchaus befähigt, sich im Darm zu akklimatisieren und sich zu dessen nützlichsten Mitbewohnern umzugestalten. Die Erzeugung von Giften vermindern oder verhindern sie, indem sie jene Giftmischer von Bakterien überwuchern und zum Aussterben bringen. Daraus erklärt sich jetzt, weshalb in Ländern, wo das Trinken saurer Milch volkstümlich ist (z. B. in Bulgarien), außergewöhnlich viele sehr alte Leute angetroffen werden, darunter nicht wenige, die hundert Jahre überschritten haben.

Am tauglichsten hatte sich der in der „bulgarischen Sauermilch" (Joghurt) lebende Maya-Bazillus bewährt. Aber Metschnikoff konnte damit die Erzeugung der Darmgifte nicht gänzlich unterdrücken. In zahllosen mühseligen Versuchen fand er schließlich den Grund seines teilweisen Mißerfolges: die Joghurtbakterien erstrecken sich in ihrem Vorkommen und ihrer Tätigkeit nur bis zum Dickdarm, leben und wirken also im Magen und im Dünndarm, verbreiten sich aber nicht in den Dickdarm hinein,

der ihrer wegen seiner reichhaltigen, aus anderen Bakterien zusammengesetzten Flora gerade am meisten bedürftig wäre. Die Ursache wieder für dieses beschränkte Verbreitungsgebiet des Joghurtbazillus ist in dessen Zuckerbedarf zu suchen. Weil die dem Körper mit der Nahrung zugeführten Zuckerstoffe bereits im Magen und Dünndarm restlos verbraucht werden, findet der Joghurtbazillus nur noch hier, aber nicht mehr im Dickdarm den ihm zusagenden, zuckerhaltigen Nährboden.

Es galt also für Metschnikoff, trotz alledem auch im Dickdarm eine Zuckerquelle zu schaffen; und solches gelang ihm endlich durch Einführung einer zweiten unschädlichen, obendrein jedoch Zucker abscheidenden Bakterienart, des Glycobacter proteolyticus. Dieser aus der Darmflora des Hundes stammende Bazillus kommt fast ausschließlich im Dickdarm fort und gedeiht auf stärkehaltigem Boden, der ihm namentlich dann gewährt wird, wenn wir es auf unserem Speisezettel an Kartoffeln nicht fehlen lassen. Erst nachdem Metschnikoff seinen Versuchstieren neben Joghurt auch Glykobakter-Reinkulturen einflößte, erfuhr die Gifterzeugung ihres Darmes den erwünschten Rückgang auf ein unschädliches Minimum. Metschnikoff empfiehlt daher, rationelle Darmentgiftung zu betreiben, indem man täglich ¼ Liter Joghurtmilch (oder Reinkulturen der Joghurtbakterien) und dazu eine entsprechende Portion „Intestibakter" (Reinkulturen von Glykobakterien) genießt. Beides zusammen erst gewährt als „Intestifirm" Giftfestigkeit gegen die schädliche Dickdarmflora und Schutz gegen die vorzeitig alt machende Selbstvergiftung.

Wenn es auch höchstwahrscheinlich nur einer der zum Tode führenden Giftströme ist, die durch Abschwächung der Darmvergiftung unterbunden werden, so ist doch die Möglichkeit zuzugeben, daß durch das vielverkannte, vielverlachte Verfahren von Metschnikoff eine gewisse Lebensverlängerung — im relativen Sinne des S. 58 erörterten Begriffes, nach Metschnikoff selbst bis zu einem regelmäßigen Alter von etwa 200 Jahren — in Aussicht steht. Steinach und Metschnikoff ergänzen einander: darf jener als bisher erfolgreichster Verkämpfer des schwierigen Unterfangens

anerkannt werden, den alternden Organismus wieder jung zu machen; so muß Metschnikoff als Pfadfinder gepriesen werden auf dem reziproken Wege, den Organismus möglichst lange gar nicht altern zu lassen.

So verschieden ihre Methoden sind, um beide Ziele (Verjüngen und Nichtaltern) zu erreichen: darin treffen sich Metschnikoff und Steinach, daß beide eine Entgiftung zur Frischerhaltung beziehungsweise Auffrischung für nötig halten. Steinach verwendet zur verjüngenden Entgiftung Stoffe, die vom Organismus selbst, von seinen Blutdrüsen beigestellt werden; Metschnikoff verwertet Stoffe, die von fremden Organismen, von hilfsbereiten Bakterien geliefert werden. Dort werden Stoffwechselgifte, die sich bereits im Körper verbreitet haben, durch desinfizierende Drüsensekrete unschädlich gemacht; hier wird verhindert, daß die Gifte an den Körper herankommen. Ersteres ist ein antiseptisches, letzteres mehr ein aseptisches Verfahren.

Die Rolle des Egoismus und Altruismus beim Altern der Gewebe.

In Gestalt des Joghurtbazillus und des Glykobakter lernten wir zwei Bakterienarten kennen, die ein Bündnis schließen, um andere, für ihren Wirt schädigende Bakterienarten bekämpfen zu können. Dadurch treten sie in ein Verhältnis gegenseitiger Hilfe auch zu dem Besitzer des Darmes, in welchem sie ihre für ihn segensreiche Tätigkeit entfalten. Vor unserem Blick entrollt sich so ein Beispiel jener wechselseitigen Hilfe im Dasein (ich nannte sie „Pansymbiose"), die ebenso allgemein verbreitet ist wie der geläufigere Kampf ums Dasein, und mit ihm stets untrennbar verbunden.

Kampf und Hilfe herrschen nicht nur zwischen Lebewesen, die von so verschiedener Beschaffenheit und Herkunft sind, wie etwa Bakterien und Säugetiere, sondern sie herrschen auch zwischen Lebewesen gleicher Art, ja zwischen den Teilen eines und desselben Lebewesens, zwischen den Organen, Geweben und Zellen des gleichen Einzelindividuums. Daß die Teilchen unseres Körpers laut

Roux[78]) miteinander — und zwar nicht bloß bildlich gesprochen — im Kampfe liegen, wurde uns klar, da das Bindegewebe sozusagen nur so darauf lauert, die durch Eingehen der empfindlicheren Gewebe frei werdenden Räume zu besetzen (S. 23). Auch wenn beim Zurückgehen des eigentlichen Keimgewebes das Zwischengewebe der Geschlechtsdrüse, Steinachs „Pubertätsdrüse" (Abb. 22) sich ausweitet, haben wir ein Beispiel solchen Kampfes vor uns (S. 54). Desgleichen, wenn die weißen Blutkörperchen die zerfallenden Gewebe angreifen und die geschwächten Zellen auffressen; indem sie diese feindselige Handlung begehen, erweisen sie freilich unvermeidbar dem Gesamtorganismus wieder einen Liebesdienst (S. 23). Einen anderen lernten wir in der Zusammenarbeit („Synergismus") vieler Blutdrüsen kennen, von denen jede einen empfangenen, belebenden Einfluß an die übrigen weitergibt (S. 61).

Es war daher nur folgerichtig, wenn auf dieses Widerspiel von Kampf und Hilfe, Egoismus und Altruismus ebenfalls eine Theorie des Alterns und Sterbens aufgebaut wurde. Hansemann[79]) stellt sich die einzelnen Zellgruppen gegenseitig und zwangsläufig voneinander derartig abhängig vor, daß keine die Arbeitsleistung und Belieferung durch jede beliebige andere auf die Dauer vollkommen entbehren kann. Wenn nun mit fortschreitendem Alter manche Zellkomplexe gänzlich abgenützt und verbraucht werden, so fehlen ihre Leistungen und Lieferungen den übrigen Zellkomplexen und dadurch dem Gesamtkörper: es machen sich „altruistische Ernährungsstörungen" geltend, die schließlich zum Tode führen. Als Zellverband, der im Alter ganz in Verlust gerät und somit in erster Reihe am Hinschwinden der übrigen Gewebsverbände Schuld trägt, gelten für Hansemann (wie schon für Goette) die Geschlechtszellen. Wir sehen also bedeutsamerweise, daß drei so hochverdiente Forscher, wie Goette[80]), Hansemann und Steinach, eine der ersten Ursachen des Alterns schwundes an denselben Ort verlegen, ins Geschlechtsorgan.

Die scheinbare Übereinstimmung wird freilich gefährdet, wenn wir uns erinnern, daß es keineswegs dieselben Teilgewebe innerhalb des Geschlechtsorganes sind, die laut

Hansemann und laut Steinach im Altersschwund vorangehen sollen: laut Hansemann tun dies die bei den Zeugungsakten verbrauchten oder andernfalls unbenützt resorbierten Fortpflanzungszellen, laut Steinach die Zwischenzellen. Aber eine gewisse Näherung der Ansichten, wenigstens hinsichtlich des Gesamtorgans, wenn auch nicht bezüglich der es zusammensetzenden Gewebe, ist ja trotzdem vollzogen und noch dadurch gesteigert, daß Steinachs erfolgreiche Bemühung, den Organismus zu verjüngen, just bei demselben Organ einsetzt, in dessen Hinschwinden Hansemann schon vorher den Ursprung des Alterns gesucht hatte. Nachdem das Zwischengewebe zu neuem Wachstum gebracht ist, erholt sich auch das Keimgewebe, die verjüngten Tiere und Menschen werden sogar wiederum zeugungsfähig. Hansemann könnte sich — wie es Stieve[81]) tatsächlich versucht hat — darauf berufen und annehmen, erst die Wiederherstellung des Keimapparates bilde den Auftakt zur Wiederbelebung des Ganzen.

Dabei, wie schon bei seiner Meinung, das Ausscheiden der Sexualzellen bilde die Einleitung des Alterns, begegnet Hansemann allerdings unüberwindbaren Schwierigkeiten. Zunächst steht damit im Widerspruch, daß noch bei den ältesten Männern und Tiermännchen vielfach ganz wohlerhaltene Samenzellen gefunden werden, auch wenn das Zwischengewebe längst geschwunden ist. Metschnikoff[71]) beschrieb einen 24jährigen Hund, bei dem solches zutraf, Steinach einen mehr als 90jährigen Greis. Sogar wenn es die Ausnahme wäre, würde es sich mit der Hansemannschen Voraussetzung nicht vertragen.

Ebensowenig verträgt sich damit, daß Eunuchen und Tierkastraten beiderle Geschlechtes nach Schmalz und Herberg nicht kürzer leben als vollwertige Geschlechtsindividuen. Der plötzliche operative Verlust beider Geschlechtsdrüsen kann allerdings zu schweren Ausfallserscheinungen, auch auf seelischem Gebiet zu Tiefsinn und Irrsinn führen; aber das ist mehr eine unmittelbare und unnötige Operationsfolge, die — wenn die Kastration zweizeitig ausgeführt, d. h. zuerst das eine und nach Ablauf von Wochen das andere Geschlechtsorgan entfernt wird —

leicht und sicher vermieden werden kann. Totalkastraten sehen allerdings, wie (S. 60) bereits erwähnt, in manchen oder vielen Zügen greisenähnlich aus; sie sind sozusagen vom Zeitpunkt des Eintrittes der Kastrationsfolgen an nie mehr richtig jung; aber sie sterben, soweit bekannt, nicht vorzeitig an diesen Folgen.

Darin, daß die Entfernung der Geschlechtsdrüsen im großen und ganzen nicht so sehr vergreisend wirkt, als man erwarten möchte, da die Wiederherstellung der Geschlechtsdrüsen regelmäßig verjüngend wirkt, hat Herberg[82]) einen Widerspruch gefunden. Um ihn zu lösen, gab ich[83]) der Vermutung Ausdruck, daß nach Fortfall der Geschlechtsdrüsen die übrigen Blutdrüsen schlecht und recht Ersatz leisten. Sicher ist, daß neben den Geschlechtsdrüsen auch Schilddrüse, Briesel, Hirnanhang, Nebennieren und Zirbel auf die Geschlechtsentwicklung größten Einfluß üben. Unter den zahllosen Untersuchungen, die es beweisen, greife ich nur den Versuch von E. Götsch[84]) heraus, der durch Verfütterung von Vorderlappen der Hirnanhangsdrüse (Hypophyse) bei jungen Ratten eine geschlechtliche Frühreife um mehrere Monate sowie Förderung des Wachstums erzielte.

Vollbringen alle aufgezählten Blutdrüsen innersekretorische Leistungen, die für den Verlauf der Sexualentwicklung nichts weniger als gleichgültig sind; so sind sie offenbar auch befähigt, für den Fortfall der Sexualorgane einigermaßen Ausgleich zu bieten — wenigstens soweit die entgiftende, kräftigende Wirkung dieser drüsigen Organe in Frage kommt. Im Bereiche der engeren Geschlechtszeichen und -fähigkeiten kann der Ausgleich freilich nicht geschehen; zugunsten des allgemeinen Kräftezustandes und Fortganges der Lebensprozesse aber schließen sich die nach Wegfall der Keimdrüse verbliebenen Blutdrüsen kompensatorisch zu einem neuen Ring zusammen, der — nicht mehr so ganz vollkommen, aber doch ausreichend — den Bedarf des Körperhaushaltes bestreitet.

Die Anschauung, als sei Jugend und Alter, Lebensfähigkeit und Lebensunfähigkeit vom Geschlechtsorgan abhängig, bringt also keinesfalls die ganze Wahrheit. Schon deshalb

nicht, weil sie die Frage nach der Ursache des Alterns nur zurückverschiebt. Müßte man doch neuerlich fragen: zieht das Altern der Geschlechtsdrüse das Altern des Organismus nach sich, — welche ist dann die Ursache des Alterns der Geschlechtsdrüse? Im Verbrauch der Geschlechtszellen kann diese Ursache nicht liegen: man altert doch auch, trotzdem der Vorrat nicht erschöpft wird, ja sogar, wenn nahezu kein Verbrauch stattfindet. Auch wissen wir, daß Schrumpfungen, wie sie in der alternden Geschlechtsdrüse vonstatten gehen, sich gleichzeitig, ja vielfach noch früher in sämtlichen anderen Geweben ereignen. Vollends wissen wir, daß die Todesursache, als Endglied des Alterns, keineswegs im Ausfall der Geschlechtsdrüse und ihrer Funktionen zu suchen ist, sondern (S. 29) im Unbrauchbarwerden der Nervenzentren, die den Atem- und Herzpuls versorgen.

Befruchtung als Verjüngung.

Kann also keine Rede davon sein, der Geschlechtsdrüsenschwund sei die Ursache des Alterns oder gar des Sterbens, so ist er doch zweifellos — selbst mitbedingt durch Stoffwechselstörungen anderer Organe — eine der Bedingungen des Alterns. In diesem Zusammenhang hat es dann sicherlich mehr als Zufallsbedeutung, daß die natürliche Verjüngung — die Erzeugung einer jugendkräftigen Nachkommenschaft — von denselben Elementen ihren Ausgang nimmt, die auch von der künstlichen, operativen Verjüngung als nächste betroffen sind. Abermals werden wir auf die Fortpflanzungszellen verwiesen, die als erste sich erholen und vermehren, nachdem die alternde Pubertätsdrüse zu erneuter Wucherung gebracht ist, und die beim Zeugungsvorgange einem jungen Individuum den Ursprung geben.

In unseren bisherigen Ausführungen blieb ungeklärt, welchem Umstande die Befruchtung — und die ihr gleichwertige Kopulation und Konjugation der Urwesen — ihre verjüngende Wirkung dankt. Offenbar ist die dabei stattfindende Mischung der beiderlei Zell- und Zellkernsubstanzen

mit einer ähnlichen, nur noch gründlicheren Entgiftung verbunden, wie sie im späteren Leben des vielzelligen Individuums durch Atmung und Ausscheidung, sowie durch die desinfizierenden Reizstoffe der Blutdrüsen, nur eben zu unvollkommen, bewirkt wird. Dafür spricht eine ganze Reihe wohlbekannter Tatsachen, die — bloß in gemeinsamer Beleuchtung zusammengefaßt — sofort die entgiftende, dadurch verjüngende Rolle der Befruchtung klar machen.

Warburg[85]) hat gezeigt, daß nach Eindringen des Samenfadens der Sauerstoffumsatz im Ei eine beträchtliche Steigerung erfährt. Sauerstoff ist aber der große, natürliche Desinfektor aller Lebensvorgänge: durch Verbindung mit Sauerstoff (Oxydation) bei der Atmung werden sie im Gang erhalten. Die Zellkerne teilen sich nur dort und geben zur Teilung der Zellenleiber Anstoß, wo sie reichlich mit Sauerstoff versorgt sind. Ohne Sauerstoffzufuhr zerfällt alles lebende Eiweiß und verfällt der Zersetzung durch Bakterien. Alle Drüsenstoffe des Körpers, besonders jene Sekrete, die große, den Bakterien leicht zugängliche Gewebsflächen zu bespülen haben, sind mit Sauerstoffvorräten ausgestattet. „Das Volk hat sich die desinfizierende Kraft mancher dieser Sekrete (z. B. Speichel, Tränen, Galle) von alters her zunutze gemacht, und auch das Tier leckt seine Wunden. Auch die Blutkörperchen absorbieren Sauerstoff und transportieren ihn weiter. Indem sie nun, angelockt von Bakterien, auf diese zuwandern, bringen sie den doppelt heilsamen Sauerstoff an die gefährdete Stelle, heilsam für die geschädigten Körperzellen und schädigend für die Bakterien" (Ditmar[20])).

Wie bei allen Lebensprozessen ist der Sauerstoff bei der Befruchtung das belebende, Wachstum und Entwicklung spendende, d. h. im letzten Grunde Zellteilungen auslösende Element. Ist dies das Wesen der Befruchtung, so muß sich auch der Befruchtungsvorgang, der sich gewöhnlicherweise als Verschmelzung von Ei- und Samenzelle abspielt, durch Erhöhung des Sauerstoffumsatzes ersetzen lassen. Darauf beruht das Verfahren von J. Löb[86]) zur künstlichen Entwicklungserregung unbesamter Eier.

Jedes Mittel — sei es mechanisch (Anstechen, Bürsten, Schütteln), sei es chemisch (kurze Bäder in schwachen Säuren, Seifen, Digitalin, Chloroform, Äther, Alkohol u. a.) —, das eine Auflockerung der Ei-Rindenschichte leistet und Sauerstoff eintreten läßt, wirkt entwicklungserregend. Sind jedoch bei der Zellauflockerung (Zytolyse) schädliche Stoffe gebildet worden, wie es sich bei der, wenn selbst nur sekundenlangen Anwendung von Chemikalien leicht ergibt, so muß der Fehler korrigiert, die Gifte müssen zerstört werden, sonst läuft die begonnene Entwicklung nicht lange weiter. Löb badet die Eier zum Zwecke dieser Korrektur in „hypertonischen Lösungen", das sind solche, in denen größere Salzmengen gelöst sind als in der natürlichen Lebensflüssigkeit der verwendeten Eier. Werden also beispielsweise Eier des Seeigels zur Entwicklung angeregt, so besteht die Lösung aus Meerwasser, dem etwas Salz zugesetzt oder dessen Salzkonzentration durch Eindampfen etwas erhöht worden ist. Die hypertonische Lösung hat abermals nur die Wirkung, den Sauerstoffumsatz im Ei zu erhöhen, den Ei-Inhalt zu desinfizieren, wodurch etwaige, bei der Zellauflockerung gebildete Giftstoffe beseitigt werden. Entzieht man der Lösung Sauerstoff, so wird sie nutzlos, weil unvermögend, den Fortgang der Entwicklung zu gewährleisten.

Auch eine vorübergehende Temperatursteigerung kann als Ersatz anderer Entwicklungserregungen benützt werden, wiederum, weil (nach Van t'Hoffs Regel) alle chemischen Umsetzungen bei je 10 Graden höherer Temperatur doppelt bis dreifach so schnell vor sich gehen; das gilt auch für den Sauerstoffumsatz.

In diesen Zusammenhängen ist es wesentlich, an die Urtierchenzuchten von Calkins[14]) zu erinnern. Wir erwähnten sie (S. 10), weil Calkins sich unter den Forschern befand, die Weismanns Behauptungen, betreffend die unbegrenzte Teilbarkeit der Urwesen, entgegentraten: auch bei ihnen komme es im Laufe lange fortgesetzter Zellteilungen zu Alterserscheinungen, wofern nicht durch eingeschaltete Zellverschmelzungen für Auffrischung gesorgt werde.

Dabei hatte aber bereits Calkins, wie später Woodruff, Reizmittel kennengelernt, die ein Zusammentreten zweier Zellindividuen behufs Vermischung wenigstens noch für eine Reihe weiterer Teilungsgenerationen ebenso überflüssig machen, wie die Mittel der künstlichen Befruchtung oder jungfräulichen Entwicklung das Zusammentreten von Ei und Samenfaden. Solche kopulationserspa-rende und die Teilungsfähigkeit prolongierende Mittel waren: Veränderungen in der Zusammensetzung der Nährflüssigkeit, Zusatz von Chemikalien, kurze Temperaturerhöhung und Schütteln. Auf den ersten Blick sieht man, daß es grundsätzlich dieselben, unspezifischen, chemischen und mechanischen Mittel sind, die als entwicklungserregende Kräfte auch an die Stelle der Ei-Samenverschmelzung gesetzt werden dürfen: Calkins hat an Urtierchen experimentell die jungfräuliche „Befruchtung" durchgesetzt! Und wenn Woodruff die konjugationsfreien Teilungsfolgen nachmals sozusagen ins Unendliche fortführen durfte (S. 13), so ist das von ihm angewendete einfache Mittel — stete Übertragung in frisches, gereinigtes und dadurch reinigendes Nährmedium —, trotzdem es kein „Reizmittel" ist, unter demselben Gesichtswinkel zu betrachten. Wie vorhin die Versuche von Steinach und Metschnikoff zur Altersbekämpfung der Vielzelligen, so könnte man die Experimente von Calkins und Woodruff zur Altersbekämpfung bei Einzelligen als antiseptische und aseptische Methode gegenüberstellen und hinsichtlich dessen, was ihnen gemeinsam ist (Vermeidung der Selbstvergiftung) als einheitlich kennzeichnen.

Die gewöhnliche Teilung ein und derselben einzelnen Zelle bedeutet eben auch bereits eine gewisse Verjüngung, wenn sie mit genügender Entgiftung verbunden wird. Es gibt zahlreiche Urwesen, bei denen eine Annäherung zweier Zellindividuen zwecks Vermischung (Konjugation) oder Verschmelzung (Kopulation) nie gesehen wurde. Dann muß das desinfizierende, oxydierende Durcheinanderrütteln der Lebensstoffe, so gut es eben geht, von der einzelnen, stets einsam bleibenden Zelle geleistet werden. Gelegenheit dazu ergibt namentlich die Teilung oder ein

Zeitpunkt, der ihr knapp vorausgeht. A. Gruber[87]) beschreibt die Zellteilung von Euglypha und anderen Gattungen der Wurzelfüßer (sehr primitiver Urtierchen) wie folgt: wenn die Teilung fast beendigt ist, aus einem Tier also bereits zwei wurden, die aber durch eine lebende Brücke noch zusammenhängen, gerät der gesamte Zellinhalt in energische Umdrehung; ein lebhafter Strom führt ihn eine Zeitlang durch beide Teilhälften hindurch. Ehe sich also die beiden aus einer Zelle entstandenen Zellen vollends trennen, findet eine gründliche Mischung ihrer Stoffe statt. Diese Mischung ist offenkundig ein gewisser Ersatz für die befruchtende, verjüngende Kopulation oder Konjugation. Weil nicht zwei Zellen verschiedener Herkunft sich zusammentun und vermischen, stellt die eine Zelle aus sich selber zunächst eine Zweiheit her, die eine gegenseitige Vermischung vorzunehmen gestattet.

In abweichender Form ist diese Binnenbefruchtung („Endomixis") von Woodruff und Erdmann[18]) bei Aufgußtierchen beobachtet worden. Hier besitzt jede Zelle ständig zwei Kerne: den Großkern oder Stoffwechselkern (Macronucleus) und den Kleinkern oder Vererbungskern (Micronucleus). Letzterer kann selbst wieder doppelt vorhanden sein. Nach einer Anzahl gewöhnlicher Teilungen degeneriert der Großkern: seine Gestalt wird unregelmäßig, schließlich zerfällt er in Krümel, die im Zelleib aufgelöst werden. Währenddessen teilt sich der Kleinkern zweimal entzwei: drei Viertel sterben ab, das überlebende Viertel teilt sich nochmals in vier, und diese erst bilden einerseits den neuen Großkern, andererseits restituieren sie auch den Kleinkern. Mit Abnützungsbeginn des alten Großkernes werden die Zellteilungen langsamer; nach vollzogener Erneuerung des Kernapparates aus sich selbst gewinnen sie ihr flottes Tempo zurück. Die Tiefstände der Teilungskurve (Abb. 10, S. 15) entsprechen den Degenerationszuständen des Großkernes, die Höchststände den Zeitpunkten seiner Reorganisation aus den Kleinkernstücken.

Zugrundegehen des Großkernes, Teilung der Kleinkerne in Fragmente, die in veränderter Gruppierung den Kernapparat der Zelle wiederherstellen, begleitet aber ähnlich auch

die Konjugation (Abb. 8, S. 11), an der zwei Zellen beteiligt sind; nur gleitet hier je ein Kleinkernviertel als „Wanderkern" in das jeweils andere Zellindividuum hinüber, um sich mit einem der dort verbliebenen Kleinkernviertel („stationärem Kern") zu vereinigen und gemeinschaftlich die neuen Kerne zu konstituieren.

Die Binnenbefruchtung, wie sie A. Gruber[87]) an Wurzelfüßlern beobachtete, ähnelt der Kopulation zweier Zellen, weil sich dabei die Stoffe des ganzen Zellenleibes vermengen; die Endomixis, wie sie Woodruff an Aufgußtierchen beschrieb, ist der Konjugation ähnlich, weil sich nur die Stoffe der Zellkerne an der Neuordnung beteiligen. Weil aber in beiden Fällen der Binnenbefruchtung (der kopulations- wie der konjugatio-artigen Endomixis) nur die Stoffe einer einheitlichen Zelle dafür zur Verfügung stehen, kann die belebende Reaktion keine so tiefgreifende, nachhaltige sein, wie wenn Zellen verschiedener Herkunft die Mischung vornehmen. Deshalb ist die jeder Teilung folgende, sichtbare Verjüngung keine so große, um nicht mit der Zeit von Abnützungs-, Ablagerungs-, mithin Alterserscheinungen überboten zu werden, es sei denn, die innere, immer wieder aus denselben Stoffen vorgenommene Durchmischung wird — wie in den Zuchten von Calkins und Woodruff — durch äußere, immer wieder neu wirkende Reize unterstützt.

Doflein[46]) bezweifelt, daß man die Kernregulation ermatteter Aufgußtierchen als geschlechtlichen Vorgang deuten und „Endomixis" nennen dürfe. Wie dem immer sei, eine Umgruppierung der Stoffe ist ja doch damit verbunden. Und zweifelsfrei findet echte Binnenbefruchtung als Ersatz der Verbindung zweier Zellen oder Zellkerne laut Schaudinn[88]) bei der Darmamöbe des Menschen statt: der Kern teilt sich, aber der Zellenleib folgt diesmal nicht nach, und die Teilhälften vereinigen sich wieder. Offensichtlich wird auch dadurch eine Durchmischung, eine abweichende Stoffanordnung geleistet, nur weniger gründlich, als durch Vermischung zweier Kerne, die aus verschiedenen Zellen herkommen. Andere Forscher beschrieben ähnliche Binnenbefruchtungen bei der Einzellerklasse der Geißelträger (Flagellaten).

Ferner findet bei manchen jungfräulichen Zeugungen (Parthenogenesen) vielzelliger Lebewesen Binnenbefruchtung statt. Im allgemeinen teilt sich die Einmutterzelle, bevor sie zum reifen Ei wird, zweimal: sie schnürt zwei kümmerliche, entwicklungsunfähige Eichen ab, die sogenannten Polzellen oder Richtungskörper, deren einer die Hälfte des Kernschleifenvorrates aus dem Eikern davonträgt. Brauer[89]) fand nun beim Salinenkrebschen (Artemia salina), daß eben dieser zweite Richtungskörper — war ein solcher überhaupt gebildet worden — hier nicht ausgestoßen wird, sondern umkehrt und mit dem zurückgebliebenen, reduzierten Befruchtungs- oder weiblichen Vorkern verschmilzt; genau wie sonst ein männlicher Vorkern es tut, der aus einer Samenzelle fremder Herkunft stammt. Entsprechendes beobachteten Blochmann[90]) und Petrunkewitsch[91]) im unbefruchteten Ei der Honigbiene. Gerade beim Salinenkrebschen kann die jungfräuliche Zeugung anscheinend so gut wie unbegrenzt weitergehen; sonst muß sie (und wieder namentlich bei niedern Krebsen) von Zeit zu Zeit vom Auftreten der Männchen und Fremdbefruchtungen unterbrochen werden. Gleich den Epochen ungeschlechtlicher Fortpflanzung bei den Einzellern, müssen gewöhnlich auch jene der eingeschlechtlichen Fortpflanzung gewisser Vielzeller behufs Erholung mit zweigeschlechtlichen Episoden abwechseln, soll die Lebens- und Zeugungskraft nicht versiegen.

Binnenbefruchtung ist die stärkste Form der Inzucht oder Verwandtenehe, die sich denken und durchführen läßt. Ihr zunächst steht die Selbstbefruchtung von Zwittern, wie sie vereinzelt bei Tieren (Seescheiden, Lungenschnecken, parasitischen Faden- und Bandwürmern), recht oft als Selbstbestäubung zwitterblütiger Pflanzen in der Natur vorkommt; dann als Befruchtung zwischen Blutsverwandten, etwa Geschwisterpärchen, oder Eltern und Kindern. Dabei findet eine Vermischung von Lebensstoffen statt, die zwar bereits verschiedenen Zellen oder sogar verschiedenen Zellenstaaten (vielzelligen Individuen) zugehören, die aber doch vor einer noch nicht sehr weit zurückliegenden Zeit ihren einheitlichen Ursprung nahmen. Daher wird auch die Beschaffenheit der hier vermischten

Stoffe noch nicht um viele Grade verschiedener sein, als bei der Mischung von Stoffen, die unmittelbar aus derselben Zelle stammen.

So erklärt sich denn die verhältnismäßige Unwirksamkeit der Inzucht, ihre Ungünstigkeit für den Kräftezustand der durch sie erzeugten Nachkommen. Energische Reaktionen können nur von Verschiedenartigem aufeinander ausgeübt werden; wo gleich oder ähnlich Beschaffenes aufeinander stößt, sind lebhafte chemische Reaktionen ausgeschlossen. Daher werden auch die Entgiftungsreaktionen am wirksamsten ausfallen, wo Mannigfaltiges sich vereint. Das gilt innerhalb gewisser Störungsgrenzen, die bereits bei Art- und Gattungsbastarden leicht überschritten werden. Wie eine Einzelzelle, die sich immer nur aus sich selbst heraus teilt, trotz Binnenbefruchtung keine für die Dauer ausreichende Verjüngung davonträgt, so endigen auch die Befruchtungen allzu nahe verwandter Zellen bei Inzest und Inzucht in Unfruchtbarkeit, Degeneration und Aussterben.

Und wie ein Wechsel äußerer Reize die Eintönigkeit der sich selbst befruchtenden Einzelzelle durch Verlebendigung ihrer Reaktionen noch lange Zeit teilungs- und dauerfähig erhält, so werden durch Inzucht gefährdete oder verkommene Tier-, Menschen- und Pflanzenbevölkerungen durch Milieuwechsel (Auswanderungen oder Klimawechsel an Ort und Stelle) zunächst noch vor dem Erlöschen behütet.

Rassen- und Artentod.

Damit halten wir bei einer neuen Frage: gibt es einen Artentod? Zerfällt das Leben der Rassen, Arten, Gattungen ebenso in Jugend, Vollkraft und Alter wie der Lebenslauf des Individuums?

Die Frage wird zu bejahen sein, sollte sich herausstellen, daß auch die Verjüngung des Keimlings, die er durch die Verschmelzung der elterlichen Keimzellen empfangen hat, keine ganz vollständige, wirklich an den Beginn der Rassenbildung oder Artentstehung zurückführende ist. Sollte sich

erweisen, daß einfache Zellteilung, Binnenbefruchtung, Selbstbefruchtung, Inzucht und die gewöhnliche Fremdbefruchtung oder Kreuzung zweier, nicht unmittelbar verwandter Individuen nur eine Stufenleiter bedeuten, die von geringeren zu höheren Graden der Verjüngung hinaufführt, so müssen wohl auch die Rassen und Arten altern und sterben, ja in übergeordneter Zeitfolge auch die größeren Gruppen, die Gattungen, Familien, Klassen, Kreise und Reiche der Pflanzen und Tiere, — unsere menschliche Art natürlich wieder mit inbegriffen.

Denken wir nochmals an den Wechsel sich teilender und verschmelzender Einzellergenerationen: recht ähnlich ist ihm dem äußeren Bilde nach der Wechsel zwischen eingeschlechtlich (jungfräulich) und doppeltgeschlechtlich fortgepflanzten Vielzellergenerationen. Bei Rädertierchen und niederen Krebsen der Süßwässer, sowie bei Pflanzenläusen schließt sich der Zeugungskreis (schematisch dargestellt) folgendermaßen im Umlauf eines Jahres: aus befruchteten, überwinterten Dauereiern schlüpfen im Frühling lauter Weibchen, die sich jungfräulich („parthenogenetisch") durch rasch gezeitigte Sommer- oder Subitaneier vermehren. Aus den Sommereiern schlüpfen abermals nur Weibchen, die sich nochmals jungfräulich fortpflanzen, und so weiter noch mehrmals, bis dann gegen Herbst hin aus solchen Jungfraueneiern auch Männchen kriechen, die den Restbestand der Jungfrauen begatten. Letztere legen infolgedessen befruchtete Wintereier ab, die die kalte Jahreszeit überdauern, um den darauffolgenden Lenz mit schnell einander folgenden Weibchengeneratienen wiederbeginnen zu lassen.

Nur scheinbar zerfällt dieser Zyklus unvermittelt in zwei Segmente: in den ein- und in den zweigeschlechtlichen Kreisbogen. Tatsächlich nimmt die Neigung zur Zweigeschlechtlichkeit im Verlauf der eingeschlechtlichen Wegstrecke ganz allmählich zu, bis sie äußerlich zum Durchbruch gelangt. Manche Arten lassen dies wunderschön in Größe, Färbung und Konsistenz ihrer Eier erkennen: laut Papanicolau[92]) sind die zu jungfräulicher Entwicklung bestimmten Eier des Wasserflohes Moina

rectirostris (eines niederen Krebschens unserer süßen Gewässer) im Frühjahr groß, violett und klar durchscheinend, mit vorrückender Jahreszeit spielen sie mehr und mehr ins Blaue hinein, werden trübe und immer kleiner; aus sehr kleinen kommen schließlich die Männchen. Die befruchtungsbedürftigen Dauereier sind — als Endglied der Reihe — zunächst noch kleiner, werden aber durch Verschmelzung mit Nachbareiern und durch den Eintritt des Samens wieder zu ansehnlicher Größe gebracht.

Das Wichtigste aber ist folgendes: Während im Frühjahr und Sommer eine Weibchengeneration die andere jagt, bleibt das mütterliche Tier, das als erstes die Hüllen des überwinterten Dauereies abstreifte, noch am Leben, wird also zur Großmutter, Urgroßmutter, Ururgroßmutter und so fort. Die ganze Zeit hindurch legt es seinerseits Eier, hübsch ein Gelege nach dem andern. Und alle Veränderungen, die sich nach und nach an den Eiern der Töchter einfinden: das Kleiner-, Trüberwerden und die Verfärbung aus Violett in Blau, — all die Veränderungen stellen sich gleichzeitig auch bei den Eiportionen des überlebenden Ahnenweibchens ein. Sowohl von einer Generation zur andern, als auch von einem Gelege zum nächsten, das von ein und demselben Weibchen abgesetzt wird, halten die Übergänge gleichen Schritt. Jungfräulichkeit und Geschlechtlichkeit verhalten sich hier wie Jugend und Alter: im selben Tempo, wie die einander folgenden Sommergenerationen, altert auch die überlebende Stammutter, die ihnen zu Anfang des Sommerzyklus das Leben verlieh. Mithin altert hier das Individuum in etwa gleichem Schritt wie die inzwischen von ihm erzeugten nachkommenden Geschlechter.

Denken wir uns diesen eng geschlossenen, ja gewissermaßen zusammengeschobenen Zeugungskreis weit auseinandergezogen, so haben wir das Bild der Lebensbahn, wie sie sich im Spiegel der Arteexistenzen darstellt. Die jungfräulich gezeugte Tochter einer Moina-Mutter ist — Leib von ihrem Leibe — sogleich ebenso alt wie diese: sie ist gleichsam schon von Geburt an eine alte Jungfer. Bei den weiter gespannten Lebenskreisen, die wir sonst zu sehen

gewohnt sind, ist nicht in gleicher Schärfe dasselbe zu sagen: jedesmalige Zeugung ist auch jedesmalige Verjüngung. Wiederholen wir aber unsere schon vorhin gestellte Frage: leitet die Verjüngung auch wahrhaftig zum Anfangspunkt zurück? Ist die Wiege des Kindes auch immer wieder das Kinderbettlein seiner Gattung?

Ziehen wir alle Tatsachen heran, die uns die Lebensforschung zur Beantwortung dieser bedeutungsschweren Frage zur Verfügung stellt, so müssen wir folgerichtig zu dem Ergebnis gelangen, es bestehe zwischen dem Jahreszyklus der Moina- und dem Jahrtausendezyklus anderer Lebensformen nur ein Stufenunterschied: verglichen mit einer jugendfrischen Knospe, die der Stammbaum vor soundso viel Jahrhunderten zum Wachstum brachte, wäre ein Sprößling von heutzutage nur noch sein müder Alterstrieb.

Allerdings ist die Verjüngung der Geschlechter kraft geschlechtlicher Vermischung eine so beträchtliche, daß unser forschender Blick den Anfangs- wie den Endpunkt zu verlieren droht, daß tatsächlicher Beobachtung als Ewigkeit erscheint, was logischer Folgerung nur eine sehr, sehr weitgesteckte Lebensbahn begrenzen muß. Und dann scheint es wohl, als vermöchte der Jahreskreis bei Moina uns nichts zu lehren für die Lebensdauer der Art — als klafften Wesens-, nicht Gradunterschiede zwischen beiden.

Indessen gibt es eine Form der Fortpflanzung, die uns zwischen ein- und zweigeschlechtlicher vermitteln hilft: die ungeschlechtliche oder vegetative Fortpflanzung. Der Steckling, losgerissen von Baum oder Strauch, dessen Zweig er war, überlebt diesen unter Umständen. Das Alter dieses Stecklings ist zwiefach bestimmt: erstens durch die Zeit seiner Abtrennung vom Stamme, zweitens durch die Lebenszeit eben jenes Stammes. Breche ich von ein und derselben Weide heute einen Zweig ab und stecke ihn in die Erde, wo er sich bewurzelt, und das gleiche tue ich nach Jahrzehnten noch einmal: so ist das zweite Reis inzwischen mit seiner Stammweide zugleich gealtert und beginnt von der Stunde seines Einwurzelns an sein jetziges, selbständiges Dasein greisenhafter als das erste Reis, das etwa immer noch energisch Knospe um Knospe treibt. Immerhin sind

beide Stecklinge gegenüber der Stammpflanze verjüngt[93]): nur war es der erste seinerzeit mehr, der zweite ist es später weniger.

Woher kommt es, daß der Steckling seinen Stamm an Lebenskraft und Lebensdauer dergestalt überbietet? Wohl ist die Verjüngung des Stecklings keine so große wie die des Sämlings, des geschlechtlich erzeugten Sprößlings, aber Verjüngung ist es zweifellos, sonst wären inzwischen viele kurzlebige Blumensorten wie Pelargonien, Fuchsien, Heliotrop, bei denen der Gärtner auf mühselige Samenzüchtung zugunsten bequemerer Ablegervermehrung verzichtet hat, längst ausgestorben. Tatsächlich verschwinden im Laufe längerer Zeit gewisse, nur durch Ausläufer oder Edelreiser vermehrte Sorten vom Markte, z. B. laut Fließ[21])[25]) die La-France-Rose, der Borsdorfer Apfel, die Malvasierrebe; und dann müssen durch Samenbestäubung neue Sorten erzeugt werden.

Daß aber der Steckling, Ausläufer, Ableger usw. überhaupt länger als sein Stammstück lebt, hat folgenden Grund: die Abtrennung vom Stamm war mit Verletzung verbunden; die fordert Wundheilung, ersetzendes Wachstum. Solches ist aber stets mit einer gewissen, wenn auch vorübergehenden Auffrischung der an der Ersatzleistung beteiligten Zellen verbunden: sie kehren provisorisch in den embryonalen oder doch infantilen Zustand zurück. Es ist nicht bloß so, daß nur der jugendliche Organismus wächst, sondern auch umgekehrt: nimmt der Organismus von neuem sein Wachstum auf, wird er durch irgendeinen Eingriff zu wachsen gezwungen, so ist er zumindest örtlich und zeitlich auch wiederum jünger geworden. Der Eingriff — im Falle des Stecklings die Verletzung, die Abtrennung vom Stamme — bedeutet für ihn denselben äußeren Reiz und Befruchtungsersatz, dieselbe Entwicklungserregung, wie in künstlich befruchteten Eiern und der Erschöpfung nahen Urwesenkulturen die chemische Veränderung der umgebenden Flüssigkeit, das Schütteln, Stoßen, Anbohren oder die Temperaturerhöhung.

Auch die Pfropfung erfordert beim Zusammenheilen aufeinander gepflanzter Teile regenerative Leistungen, die

mit Verjüngung einherschreiten. Um Gewebe miteinander zu verbinden, muß sie der Experimentator oder Chirurg zuvor „anfrischen", d. h. ihnen eine Verletzung beibringen, wodurch sie zur Regeneration, also zu neu aufgenommenem Wachstum gebracht werden. Tierische Organe, die verpflanzt werden sollen, z. B. Geschlechtsdrüsen in den Verjüngungsversuchen der neuesten Zeit, werden halbiert oder in Scheiben geschnitten; die Unterlage, der sie aufgesetzt werden sollen, z. B. Muskulatur, wird „skarifiziert", d. h. durch leichtes Schaben oder Kratzen mit Blut überfüllt. Die Pfropfstücke (tierische wie pflanzliche) gleichen darin dem Steckling, daß sie ihren Heimatsorganismus unter Umständen überdauern. Bedient sich doch die heutige Chirurgie mehr und mehr des Pfropfverfahrens, um erkrankte oder zerstörte Organteile durch gesunde zu ersetzen. Dabei werden mit Erfolg sogar frische Leichenteile verwendet, die — noch lebensfähig von einem nicht mehr lebenstätigen Spender hergenommen — mit dem Empfänger verwachsen und diesfalls wohl auch durch ihn, durch seine Säfte ihrerseits neues Leben in Empfang nehmen.

Es läßt sich voraussetzen, daß Pfropfungen, die verschiedenartiges Gewebe — sei es desselben, sei es eines fremden Individuums — miteinander in Verbindung bringen, stärker verjüngend wirken als Pfropfungen, die nur eben demselben Individuum zurückgeben, was an der gleichen Stelle vorübergehend weggenommen wurde. Wird z. B. ein Stück Haut, das soeben vom Rücken abgetragen wurde, sogleich ebendahin zurückverpflanzt, so dürfte sein Verjüngungsprozeß schwächer sein, als wenn das Hautstück etwa auf den Rücken eines zweiten Individuums oder statt auf die Rücken- nunmehr auf die Bauchseite verpflanzt wird, wo es mit ganz anders beschaffenen Hautzellen in Verwachsung treten muß. Daß Fremdpfropfung schwerer gelingt als Eigenpfropfung, ist kein Gegenbeweis und durch vorgeschrittene chirurgische Technik überwindbar; überdies spricht die Tatsache, daß die Einpflanzung einer jugendlichen Drüse stärker wirkt als die Verlagerung der betreffenden eigenen, gealterten Drüse, zugunsten unserer Annahme, die sich im übrigen auf die Analogie stützt, daß

Fremdbefruchtung stärker verjüngt als Inzucht, Selbst- oder Binnenbefruchtung.

Mit den bisher aufgezählten Tatsachen — den Zeugungskreisen der Urwesen und Wasserflöhe, der vegetativen Reproduktion, Regeneration und Transplantation — erbrachten wir aber noch keinerlei Beweis für den Artentod. Im Rahmen des bis nun Vorgebrachten bildet der Artentod nur den logischen Schlußpunkt, wenn wir uns die gegebenen, miterlebten Lebens- und Zeugungsabläufe in äußerst lange Zeitläufte verlängert denken.

Das Zeugnis der Versteinerungen.

Haben wir also keine Gelegenheit, die Beobachter und Zeitgenossen derartiger, schier endloser Geschlechterfolgen zu werden, so stehen uns dennoch geschichtliche Urkunden zur Verfügung, mit denen wir die Vergangenheit beweisen lassen, was uns die Gegenwart verbirgt und die Zukunft erst recht verschleiert. Wir besitzen solch historische Dokumente in den Gesteinsschichten der Erdrinde. Die versteinten Reste ausgestorbener Tiere und Pflanzen enthüllen uns einen unablässigen Wechsel von Faunen und Floren, ein Werden und Vergehen, ein Auf und Ab neu auftretender und wieder wegsterbender Formen und Formenkreise.

Dabei kommen wir nur zu oft in Verlegenheit, wenn wir angeben sollen, durch welcherlei Einflüsse das Aussterben bewirkt worden sei. Überflutungen oder Klimaschwankungen? Die werden durch Anpassungskraft überstanden! Die permische Kälteperiode überwand das „kaltblütige" Wirbeltier, indem es — ich bediene mich eines markanten Ausdruckes von Bölsche[94]) — zur „inneren Blutheizung" überging. Die diluviale Eiszeit besiegte der Mensch bereits durch künstliche Feuerung; während dem Mammut, das noch auf der rein körperlichen, nicht technisch-werkzeugmäßig bewirkten Anpassungsstufe stehen geblieben war, ein gar nicht elefantenmäßiger Zottelpelz gedieh.

Dem Mammut! Da haben wir gleich so ein machtvolles Geschöpf, von dem wir uns nicht vorstellen mögen, es sei durch Feinde ausgerottet worden. Aber freilich war es bereits Zeitgenosse des schlimmsten Lebensfeindes und Raubtieres, des Menschen. Wie aber die Riesensaurier der Jurazeit? Die waren damals unbestrittene Beherrscher des Erdkreises: nicht Feind noch Flut konnten ihnen den „Platz an der Sonne" streitig machen! Wenn sie mit keinem ihrer Vertreter in die Jetztzeit ragen, wo die Zone zwischen den Wendekreisen ihnen noch immer ausreichende Tummelplätze bieten würde, so gibt es dafür nur eine befriedigende Erklärung: die Altersschwäche ihrer Sippschaft und den dadurch herbeigeführten natürlichen Artentod.

Bölsche leugnet den Artentod. Denn der Haifisch Cestracion des westlichen Stillen Ozeans lebt heute noch seit der Kreidezeit oder rund drei Millionen Jahre; der Molchfisch Ceratodus lebt in australischen Flüssen seit der Buntsandsteinzeit oder ungefähr 30 Millionen Jahre; ja die Armfüßlergattung Lingula findet sich schon in den tiefsten Schichten des Algonkiums und hat heute ihr Leben auf schätzungsweise 100 Millionen Jahre gebracht. (Die Unsicherheit geologischer Altersschätzung muß bei diesen Ziffern natürlich in Kauf genommen werden.) Im Vergleich dazu ist die Gattung Mensch mit ihren paarmal hunderttausend Jahren der reine Säugling.

Es ist aber nicht einzusehen, was uns ein Recht gibt, unsere Lebensuhr just nach diesen wenigen Methusalems der Stammesgeschichte zu richten. Ist es nicht schon rein zahlenmäßig wahrscheinlicher, daß unser Schicksal, was seine Dauer betrifft, mit den Heerscharen derjenigen Lebensformen ähnlicheren Takt halten werde, die ungleich kürzere Zeit auf Erden wandeln durften? Wenn wir in der Zeitung lesen, daß hier oder dort ein Hundertjähriger lebt, so erwarten wir deswegen auch nicht für uns, ein ebenso hohes Alter zu erreichen; höchstens dürfen wir an Möglichkeiten denken. Gerade die sind aber dem heutigen Menschengeschlecht, das freventlich gegen seine Gattungsgesundheit wütet, ferne genug. Wenn es wahr ist, daß allmähliche Abnützung der funktionierenden Zellen schließlich ihren und

ihres Besitzers Stillstand herbeiführt, so muß diese Abnützung in der heißen Jagd unseres von Schädlichkeit erfüllten Daseins jedenfalls eine ausgiebigere sein, als beim Molchfisch, beim Haifisch oder gar bei den Armfüßlern in ihrem kühlen, leidenschaftsfremden Element.

Ebensowenig glücklich wie Bölsches Hinweis auf Paradestücke der Unsterblichkeit ist sein Versuch der Widerlegung von Schulbeispielen des Aussterbens. Die Nautiloideen — eine Familie gehäusetragender Kopffüßler — brachten ihren Stamm in älterer und mittlerer Vorzeit zu üppigster Blüte und gewaltigstem Formenreichtum. Auf unsere Tage aber ist nur eine einzige Form gekommen: Nautilus, das „Perlboot" indisch-australischer Meere. Es kann mit dem Artentod nicht seine Richtigkeit haben, folgert Bölsche, denn Artentod müßte bedeutet haben: vollkommenes Aussterben. „Der eine Mohikaner aber lacht allen ins Gesicht."

Bölsches Begründung hält nicht Stich: denn die heute lebende Art ist verschieden von denen der Vorzeit, stammt zwar von ihnen ab, von den damals lebenden Arten jedoch lebt heute keine einzige mehr. Die heutigen Arten sind ja allemal nur Abkömmlinge, mehr oder minder veränderte Sprößlinge des alten, verdorrten Stammes. Die urtümlichen Formen sind also tatsächlich — wie Bölsche es fordert, um den Artentod anzuerkennen — in ihrer Gesamtheit dahingegangen, dem generellen Tode verfallen; was davon blieb, ist nicht mehr das verrottete Erbe, sondern erkennbare Reste davon sind gestärkt durch zweckdienlichen Neuerwerb.

Ins Individuelle und enger Generelle übertragen, käme Bölsches Argumentation darauf hinaus, den Großvater persönlich unsterblich zu nennen, weil der Enkel noch lebt. Bölsches Behauptung bedeutet allgemein, die einzelnen Lebensformen unsterblich zu wähnen, weil das Leben als Ganzes relativ unsterblich ist, — unsterblich nämlich (siehe später!) für unsere begrenzte Blickeinstellung. Wäre es das nicht, so gäbe es auch keinen Stammbaum, gäbe es keine Blutsverwandtschaft der Lebewesen: diese verhältnismäßig ununterbrochene Fortführung hat aber nichts

damit zu schaffen, daß bestimmt umrissene Spezies dahingerafft werden.

Und ferner: die Meere der Vorzeit waren erfüllt von Nautiloideen in unerschöpflich scheinender Abwandlung der Größe, Gestalt und Skulptur; heute aber bleibt nur, wie ihn Bölsche nennt, der eine Mohikaner übrig. Sollte das nicht der letzte Mohikaner sein? Ist es nicht naheliegend, daß — wie vordem nur die Arten sterben — sich jetzt endlich doch die ganze Artengruppe auf dem Aussterbeetat befindet?

Das Beispiel der Nautiloideen erscheint mir also — zusammengehalten mit vielen anderen, wo überhaupt nur noch Versteinerungen für die Existenz einer Lebensgruppe Zeugnis ablegen — eher im umgekehrten Sinne verwendbar: folgt dem Einzeltod der Artentod, so hat auch dieser wieder seinen nach Volumen und Zeit erweiterten Überbau, den Gruppentod. Und wenn wir so in den systematischen Kategorien immer höher steigen — zu den Klassen, Kreisen und Reichen der Lebewesen —, so entrinnen wir nicht der letzten philosophischen Folgerung und Forderung: dem Tod des Lebens in seiner Gesamtheit, dem natürlichen Ende jedweder lebenden Substanz.

Die Gegner der Urzeugung, die nicht zugeben wollen, organisierter Stoff sei ursprünglich aus anorganischem hervorgegangen, greifen angesichts der Planetenentwicklung (aus unbewohnbaren feurigen Anfangszuständen in ebenso unbewohnbare vollkommen starre Endzustände) zu einer im wahrsten Sinne hochfliegenden Hypothese: zur Wanderung der Lebenskeime von Planet zu Planet. Der Lichtstrahlendruck liefert ein Verkehrsmittel, wodurch ein Himmelskörper den andern mit nahezu schwerelosen Plasmateilchen impfen könnte. Das Leben vermöchte dann ewig zu sein, brauchte nirgendwo erstmalig aus Mineralstoff entstanden zu sein. Gibt es jedoch inneren Tod des Einzeln- wie des Gruppen- und Gesamtlebens, so wird seine Neuschöpfung, seine Geburt und Wiedergeburt aus leblosen Stoffen trotz möglicher Welteninfektion zur Notwendigkeit. Und da auch andere Erwägungen sich im Postulat stattfindender oder stattgefundener Urzeugung vereinigen, so gewinnen wir

aus der restlosen Vergänglichkeit des lebendigen Seins um so eher eine Stütze für dessen Auferstehung aus dem Unlebendigen.

Hier aber wollen wir unseren Gedankenflug nicht fortsetzen. Wir wenden uns wieder zur Anfechtung der Beispiele, mit denen Bölsche den Arten- und Gruppentod aus dem Wege räumen will. Ein weiteres, derartiges Exempel liefert der Pferdestamm. Die Entwicklungsreihe aus dem Vielhufer zum Einhufer gehört zu den lückenlosesten, die uns in versteinerten Knochenresten erhalten blieb. Die Pferde stammen von fünfzehigen Vorfahren, denen zunächst die beiden äußersten Zehen verkümmerten; am dreizehig gewordenen Fuß wiederholte sich derselbe Vorgang, bis — von den kümmerlichen, außen unsichtbaren Griffelbeinen abgesehen — nur die entsprechend verstärkte Mittelzehe übrig blieb, dieses „Ideal flotter Fortbewegung auf ebenem Plan".

Reichhaltigste Skeletteile, die uns eine ungefähr vollständige Rekonstruktion der Pferdeahnen ermöglichen, wurden in Nordamerika gefunden; aber das Pferd selbst starb dort aus. Als die Spanier Amerika entdeckten, bevölkerten sie erst wieder den neuen Erdteil mit hinübergebrachten Hauspferden, die dort zu Mustangherden verwilderten. Man nimmt gewöhnlich an, Amerika sei die eigentliche Wiege des Pferdegeschlechtes; durch eine Landbrücke, die die Neue und Alte Welt damals noch verbunden haben soll, etwa über die heutige Beringstraße, seien die Pferde in die Alte Welt eingewandert, wo sie erhalten blieben, während sie in der Urheimat einem uns unbekannten Verderben zum Opfer fielen.

Wieder ist es nichts mit dem Artentod, schließt Bölsche: denn die Pferde sind ja nur örtlich ausgestorben. Nach zweierlei Richtung hin konnte sich aber auch dieser Schluß als unrichtig erweisen. Nehmen wir zunächst einmal die Abwanderung des Pferdes aus Amerika nach Asien-Europa als Tatsache an, obwohl die Erdgeschichte viel zuviel mit hypothetischen Landverbindungen arbeitet, ja ganze Kontinente emportauchen und wieder versinken läßt, wenn gleichgeartete Tiere angetroffen werden, die heute durch weite Wasserflächen getrennt leben.

Nehmen wir aber, wie gesagt, die Auswanderung als wirklich geschehen an, so ist das Sterben in Amerika noch viel rätselhafter geworden als bei Erklärung durch natürlichen Gruppentod. Bölsche selbst betont, daß schwerlich äußere Bedingungen die Todesursache gewesen sein können, denn die importierten Pferde gedeihen in den Prärien und Pampas heute zumindest ebensogut wie damals die einheimischen. Setzen wir also willkürlich irgendeine sonstige Ursache an, die uns notgedrungen verborgen bleiben mußte — etwa eine ungeheure Seuche bakterieller Herkunft: so deutet der Umstand, daß der ganze Pferdebestand des Erdteiles ihr zum Opfer fiel, erst recht eine Erschöpfung der Lebenskraft an, die in jenem uralten Einhuferstamm Platz gegriffen haben mußte. Der ausgewanderte Zweigstamm wurde davon nicht berührt, von der Infektion nicht mehr erreicht, — so konnte er sich weiter erhalten.

Indes brauchen wir die Ursache nicht so weit herzuholen, um das Pferdesterben im diluvialen Amerika als Artentod wahrscheinlich zu machen. Selbst bei gleichbleibenden, immer gleich günstigen Bedingungen konnte ein natürlicher Tod die amerikanischen Pferdebestände dahinraffen. Was dann die abgewanderten Bestände rettete, war wohl der Bedingungs- und Umgebungswechsel, der — frischer Blutmischung bei der Kreuzung vergleichbar — neuen Lebensodem in ihre Adern geblasen haben mochte. Wäre jener Exodus damals nicht erfolgt, wäre etwa die Landbrücke zwischen Amerika und Asien schon damals der Überflutung anheimgefallen, so gäbe es heute keinen Pferdestamm mehr. Die Milieu-, sozusagen die Luftveränderung hat ihn gesund gemacht. Das ist der tiefere, unbewußte Sinn des Wahrwortes: Wem Gott will rechte Gunst erweisen, den schickt er in die weite Welt! Und unter dem Einfluß des Raumwechsels sind aus diluvialen Wildpferden andere Arten geworden, deren Verjüngung keineswegs im Widerspruch steht zur Altersschwäche der Vorfahren.

Doflein[45]) erwähnt ein hübsches Beispiel hiefür in den Trypanosomen (krankheitserregenden, innenparasitischen Geißeltierchen), die — immer wieder in frisches Nähr-

medium oder andere Versuchstiere übertragen — genau so „unsterbliche" Kulturen abgeben wie Woodruffs im Wasser lebende Pantoffeltierchen. Und Hartmann[95]) glückte mit gleichen Mitteln (ungefähr wöchentliche Übertragung der Kolonie mit Hilfe der sterilisierten Pipette in eine neue, 10 ccm fassende Kulturschale) ebensolche Dauerkultur bei der Kugelalge Eudorina elegans: das ist um so bedeutungsvoller, als es sich hier um einen Übergang von den Ein- zu den Vielzellern handelt. Die Kugelwesen (Volvocineen oder Phytomonadinen), zu denen Eudorina gehört, bilden Zellhaufen, deren Einzelzellen bei Volvox durch lebendige Fäden gewebeähnlich in Verbindung stehen. Trotzdem sind sie „unsterblich" im gleichen Sinne wie die einsam bleibenden Zellindividuen anderer Urwesen.

Doch zurück zum Einhuferstamm. Es gibt — neben der Auswanderung — noch eine zweite, sogar wahrscheinlichere Lösung. Fünf- und dreihufige Pferdevorfahren sind nämlich auch in Europa entdeckt worden. Also nicht bloß die Neue, sondern auch die Alte Welt ist in ihrer Quartärformation Urheimat des Pferdes. Die Urahnen des Pferdes — in Amerika einerseits, in Europa andererseits — sind sehr verschieden voneinander; dagegen sehen sich die amerikanischen und die altweltlichen Pferde sehr ähnlich. Die Abstammungslehre setzt in der Regel voraus, daß aus gemeinschaftlichen Urformen verschiedenfältige Endformen divergieren; im Falle des Pferdes scheint es umgekehrt hergegangen zu sein. Aus differenten Ahnenformen liefen die Entwicklungsformen bis zum gemeinsamen Treffpunkt zusammen: die Abstammung ist nach Semper[96]) aller Wahrscheinlichkeit nach nicht einstämmig („monophyletisch"), sondern mehrstämmig („polyphyletisch"). Trifft dies zu, dann brauchen wir für das Aussterben der amerikanischen Pferde, für das Überleben der europäisch-asiatischen Pferde keinerlei Hilfsannahmen: denn dann handelt es sich um zwei unabhängig entstandene Stämme, die unmittelbar überhaupt nicht miteinander verwandt sind.

Dasselbe wird vermutlich in zahlreicheren Fällen zutreffen, als wir uns heute träumen lassen. Und diese mehrstämmig konvergierende Entwicklung erlöst uns auch von den

stets nur allzu dienstwilligen Landbrücken, die konstruiert werden mußten, um Lebensformen darüber hinwegspazieren zu lassen, die heute auf meerumsäumten Landsplittern vorkommen. Für mich gewinnt es den Anschein, als ob vielstämmige Entstehung auch für die ersten Anfänge des Lebens gelte: Umwandlung toter Substanz in lebensfähige wird nicht an einem einzigen Punkt der Erdoberfläche stattgefunden haben, das Erdenleben nicht einer einzigen Urzelle — diesem Adam der deszendenztheoretischen Wissenschaft — entsprungen sein. Daraus würde freilich folgen, daß nicht alle von den heute lebenden Organismen miteinander blutsverwandt zu sein brauchen.

Die „Boten des Todes".

Im Fortschreiten unserer Beweisführung, die den Artentod immer wahrscheinlicher macht, begegneten wir zu wiederholten Malen der Erscheinung, daß die Lebensläufe gewissermaßen kreisförmig in sich selbst zurückkehren. Sei es ein Alternieren von sich entzweiteilenden und sich zu zweit vereinigenden Zellindividuen, sei es ein Wechsel von ein- und doppelgeschlechtlich fortgepflanzten Generationen, sei es eine gegenseitige Ablösung von Lebensanfang und Lebensende: immer und überall war uns nahegelegt, von Zeugungskreisen zu sprechen und in diesem Ausdruck unwillkürlich ein für die Lebensbahn höchst bezeichnendes geometrisches Bild festzuhalten. Treffender noch wäre das Leben, wie schon Goethe[97]) geahnt und neuerdings besonders Günther[98]) ausgeführt hat, graphisch als Schraubenlinie darzustellen; andere — unter den allerersten Häckel[99]) — haben das Leben einem Wellenzuge verglichen, ja gleichgestellt. Einerlei, welche von diesen Raumgestalten wir angemessener finden: wesentlich ist ein rhythmisches „Auf und Ab, ein Hin und Her, Geburt und Grab", — die Periodizität (S. 59), übrigens ein Merkmal, das allen energetischen Prozessen gemeinsam zukommt.

Einblick in das periodische Wesen des Lebens bringt uns abermals der Lösung des Todesproblems um

einen Schritt näher. Er lehrt, daß das Sterben — sei es von Individuen, sei es von Arten — nichts sprunghaft Unvermitteltes ist; vielmehr „keimt mit dem Leben gewissermaßen schon der Tod" (Tangl[100]). Die Todesstunde ist nur Erfüllung dieses langen Sterbens, sein letzter periodischer Termin. Nicht bloß das Leben, auch das Sterben vollzieht sich in periodischen Schritten und Schüben.

Die Periodenintervalle sind oft dadurch voneinander abgesteckt, daß der Organismus zu Beginn und Ende jedes Zwischenraumes Stücke seines Leibes abstößt. Im Periodenlauf des Lebens sind es die Keimprodukte der Zeugung; die Ablösung des Eies oder Ovulation und die Ausstoßung des Samens oder Pollution geschehen in mehr oder minder regelmäßigen Abständen. Und in dem damit Hand in Hand gehenden Periodenlauf des Sterbens sind es die Abfallsprodukte des Stoffwechsels, die jedesmal eine Portion lebender Substanz in leblose zurückverwandeln.

Schon jeder Schritt im Teilungsrhythmus der Einzeller wird von teilweisem Zugrundegehen begleitet: besonders deutlich sieht man es am Wimperbesatz der Aufgußtierchen, welcher während der Teilungsphase teilweise einschmilzt und nachher neu entsteht; in längeren Zwischenräumen zerbröckelt, wie schon erwähnt (S. 77), der Hauptkern und wird von den Nebenkernen aus ersetzt. Diesem „Partialtod" der Einzeller — wie ihn R. Hertwig[16]) genannt hat — entspricht durchaus die periodische Häutung, Mauser, Haarung und Hornung bei vielzelligen Tieren; der periodische Abfall des Laubes, der Blütenblätter, Knospenschuppen, Fruchthüllen, Zweigspitzen bei vielzelligen Pflanzen. Vielleicht am faßlichsten wird uns das rhythmische Wesen solcher Aussonderungen bei der „monatlichen Reinigung" des menschlichen Weibes, begleitet vom Abgang des Menstrualblutes und von Erneuerung der Gebärmutterschleimhaut.

An diesem Beispiel sieht man am klarsten, wie Zeugungsrhythmus und Sterberhythmus oft zeitlich zusammenfallen: annähernd derselbe Termin, der Teile des Körpers dem Leben für immer entfremdet, gibt auch dem Ei die Freiheit, das unter entsprechenden Bedingungen die Fortsetzung des Lebens gewährleistet. Leben

und Sterben sind eben eins, sind nur zwei Seiten desselben Geschehens. „Der Tod ist nur das letzte Endglied der langen Entwicklung," sagt Verworn[101]). Lernten wir das Aussterben der Arten als eine Form des Todes verstehen, der die einzelnen Sterbefälle übergeordnet einschließt, so lernen wir jetzt auch die Unterstufen des Individualtodes sehen — die kleinen periodischen Abschlagszahlungen, die so lange nur Stückwerk des Körpers sterben lassen, bis das ganze Vermögen an Lebenskraft verausgabt ist.

Ähnlicher Ansicht war bereits Schopenhauer[102]): „Das menschliche Dasein, weit entfernt, den Charakter eines Geschenkes zu tragen, hat ganz und gar den Charakter einer kontrahierten Schuld. Die Einforderung derselben erscheint in Gestalt der durch jenes Dasein gesetzten drängenden Bedürfnisse, quälenden Wünsche und endlosen Nöte. Auf Abzahlung dieser Schuld wird — in der Regel — die ganze Lebenszeit verwendet. Doch sind damit erst die Zinsen getilgt. Die Kapitalsabzahlung geschieht durch den Tod. Und wann wurde diese Schuld kontrahiert? — Bei der Zeugung."

„Der Erzeuger kann nicht Leben geben," sagt H. Swoboda[103]) (S. 110), „ohne Leben zu verlieren, aber auch der Gezeugte erhält es nicht umsonst. Er muß es wieder weitergeben . . . Die algebraische Summe von Leben und Tod muß bei jedem gleich Null sein. Das Leben ist kein Geschenk. Das sieht nur im Anfang so aus. Dieses Geschenk kommt einem sehr teuer zu stehen. Es wird bei Heller und Pfennig bezahlt. Von dem Augenblick an, wo es seinen höchsten Wert erreicht, in der Pubertätszeit, beginnt die Amortisation. Mit dem letzten Seufzer ist die Rechnung beglichen."

Man wird kaum fehlgehen, wenn man die großen Heimsuchungen, von denen ganze Völker und Rassen ereilt werden, als periodische Rucke auffaßt, die im Leben der Menschheit und ihrer natürlichen Gruppen dieselbe Rolle spielen, wie die periodischen Anfälle von Unwohlsein im individuellen Leben. Die biblische Sage von den Plagen — namentlich den sieben fetten und den sieben mageren Jahren des Ägypterlandes — empfängt so ihren tiefen Sinn. Kriege und Revolutionen gehören hierher, Völkerwanderun-

gen und sogar Seuchen wie Ruhr, Cholera, Pest, da der Organismus zur kritischen Zeit für Infektionen empfänglicher ist als zur Zwischenzeit. Die scheinbar oft unrhythmische Folge spricht nicht bedingungslos gegen den Periodencharakter des Massenunglücks: ist doch auch die Geburt nichts anderes als eine neunmal unterdrückte und demzufolge besonders heftige Menstruation. Was sich länger aufstaut, entlädt sich dann mit um so mächtigerer Wucht. Zumal der Krieg hat unstreitig manches mit den organischen Perioden gemeinsam: beispielsweise gleich, daß anscheinend seine Heftigkeit in geradem Verhältnisse steht zur Länge der nichtkriegerischen Epoche, die vorausging und fleißig dazu ausgenützt wurde, den Krieg vorzubereiten. Also eben ganz wie bei der Geburt, die den Ausfall der Menses spät wettmacht. Dann den ruckweisen Eintritt (siehe die kurzbefristeten Ultimaten!), dessen anfallsweise Unwiderstehlichkeit, die Krisenhaftigkeit und das explosive Massenaufgebot an Leben, wie man es ebenso bei den entschieden periodischen Tierwanderungen (Vogelzug, Laichzüge der Fische, Heuschreckenschwärme usw.) immer wahrnimmt.

Geht die individuelle Periode mit Abscheidungen einher, bei denen Teile des Personenkörpers zerfallen, so sind ebenso die generellen Perioden mit Absonderungen von Teilen des Nationenkörpers verbunden, die der Zerstörung anheimfallen. Und bedeuten persönliche Perioden — in dem von H. Swoboda[22]) erschlossenen Sinne des vorahnenden Märchens — ebenso viele „Boten des Todes", so schließen die Massenperioden in sich die Vorboten des Volks- und des Rassentodes.

Gerade weitblickende Menschen fallen oft in den Fehler, auch den grausamsten Krieg, die wütendste Pest und jedes tiefst aufwühlende Unheil nur als bedeutungslose Episode anzusehen, gemessen am Strome der Generationen von Urzeiten her bis in fernste künftige Neuzeiten. Krieg — so meinen sie — weicht dem Frieden, wie Regen dem Sonnenschein. Wohl wahr; aber der Krieg trägt seine Nachwirkung in den Nichtkrieg hinein und durch ihn hindurch zum nächsten Krieg, dessen vornehmlichste Ursache er ist. Wie der beim Erdbeben entstandene Riß zu immer weiteren Brüchen führt,

jede Erderschütterung sich in wiederholten Stößen äußert und der Stoßkomplex des einzelnen Bebens dazu neigt, sich in „Erdbebenschwärmen" oder „Erdbebenperioden" fortzusetzen: genau so ist es beim Völkerbeben, dem Krieg oder sonstiger Massenausschweifung, womit die Menschheit gegen sich selber wütet. Der Krieg als Kriegsursache trägt seine schweren Entartungen durch das Wellental des Friedens zum Wellenberg des nächsten Krieges hinüber und summiert die Entartungen. Wie Welle an Welle sich rücklaufend zur Brandungswoge häufen, die den Küstenfels zernagt, unterwäscht und schließlich zum Absturz bringt, so handelt der Krieg an der Lebensfähigkeit des Menschentums.

Mögen also etliche Kriegsjahre im Schoße der Jahrtausende scheinbar untergehen: das Weiterschleppen der Folgen im Auf- und Niedergewoge, welches nicht allein den Wechsel von Krieg und Frieden kennzeichnet, sondern den Periodenlauf des Menschen- und Menschheitslebens überhaupt ausmacht, muß schließlich zu solcher Degenerationshäufung führen, daß die Menschheit am „Jüngsten Tage" in einem letztperiodischen „Weltgericht" ihre tragische Schuld restlos begleicht. Ein böses Verhängnis! wird man mir zugeben und zugleich einwenden: werten wir den Krieg sozusagen als menstruelle Volksblutung, dann ist er eben ein Naturereignis und als solches unabwendbar.

Nun steht es aber beim Menschen, dem zum Wachbewußtsein seiner selbst gelangten Lebewesen, ganz eigenartig in betreff des Verhältnisses zwischen unentrinnbarer Elementargewalt und planvoll arbeitender Wissensmacht und Willensgewalt. Sei der menschliche Wille gebunden oder frei: unleugbare Tatsache ist zweierlei: wir wurden Herren der anorganischen Naturgewalten durch unsere mechanische Technik, und wir waren bereits im Begriff, Herren auch der organischen Naturkräfte zu werden durch unsere Medizin und Eugenik. Die ärztliche Kunst vermag das persönliche Leben zu verlängern;[103]) die öffentliche Gesundheitspflege leistet dasselbe am Leben der Rasse oder könnte es leisten. Ein Teil der großen Seuchen, vorhin im Bunde der periodischen Katastrophen genannt, sind durch die Hygiene bereits gebannt: unwahrscheinlich ist es, daß sie

je wieder schrankenlose Macht über uns gewinnen, falls wir ihnen nicht in sträflicher Weise Vorschub leisten.

Sollte es nicht gelingen, durch entsprechende Methoden auch die Kriegsfurie für alle Zeiten in Fesseln zu schlagen? Betrachten wir einen letzten Augenblick lang unsere Kenntnis von den Perioden in ihrem Werte für An- und Abgewöhnung. Die Periodenwellen des Organismus sind nicht autonom, wie die Periodentheoretiker es meist behaupten. Oder auch so kann man es fassen: die organischen Perioden sind zwar so weit autonom wie das Leben selbst es ist, aber der Wellengang kann belastet oder entlastet werden wie Wasserwogen durch ein Holzscheit, das schwimmend mitwogt, bis es herausgefischt oder an den Strand gespült wird.

Äußere Erlebnisse bevorzugen, um als Erinnerungen wiederzukehren, ein Periodenintervall; die Kehrseite der Geschlechts- und Tafelfreuden, Buße für Ausschweifung und Überanstrengung werden offenkundig innerhalb eines Periodenintervalles; auch die böse Lust erwacht — geläufig genug in der Gestalt des „Quartalsäufers" — abermals im Periodenintervall. Gelingt es, sie zu bekämpfen — einmal, mehrmal —, so wird der periodische Anfall milder, seine Überwindung stetig leichter, der periodische Wogengang minder stürmisch, die Lebenslinie sanfter gewellt, bis Leib und Seele „ewig klar und spiegelrein und eben" bleiben.

Das ist kein Widerspruch zu unserer Versicherung von vorhin, wonach unterdrückte Periodentermine das periodische Ereignis nur aufstauen, bis es in vervielfältigter Wucht sich den Durchbruch erzwingt. Die Technik der Abgewöhnung darf, wie die Entziehungskuren der chronisch Alkohol- und Opiumvergifteten, keine gewaltsame Unterjochung sein, sondern eine allmähliche milde Lösung. Es dürfen keine Keime der Unheilsperiode zurückbleiben, die sich zusammenschließen und zu neuem, vermehrtem Periodenunheil auswachsen, sondern die Keime müssen sorgsam aufgesucht und getilgt werden. Der gewaltsam niedergehaltene Anfall würde sich allerdings rächen wie ein Fremdkörper, den ein widerstandsfähiger Organismus mit Binde-

gewebe umsponnen, eingekapselt und dadurch scheinbar auf Lebenszeit unschädlich gemacht hat, bis eine besondere Konstellation ihn dennoch an eine Stelle gleiten läßt, von der aus er Gesundheit und Leben seines Bezwingers bedroht. Oder auch gleicht der niedergezwungene Anfall einem Bakterienherd, der — scheinbar unwirksam und gutartig geworden — nach einer Infektionskrankheit irgendwo im Körper zurückblieb, bis dann das geheimnisvoll periodische Leben, das auch den krankheitserregenden Mikroben eigen ist, sie zu neuer verderblicher Tätigkeit erweckt. Nur wenn kein bloßes Versäumen oder Sichversagen, sondern ein wirkliches Ausgleichen, Ausstreichen, Glätten der periodischen Welle geschieht, darf man auf späteres Ausbleiben des periodischen Ereignisses hoffen. Daß durch diese notwendige Unterscheidung zwischen Unterdrückung und Beseitigung, Aufstauung und Lösung die Technik der Heilung periodischer Leiden bedeutend erschwert wird, kann nicht geleugnet werden. Und doch ist sie möglich: das beweisen nochmals die Entziehungskuren, bezeugen die unleugbaren Erfolge beim Ablegen periodischer schlechter Gewohnheiten und Laster.

Was hier pädagogisch, hygienisch im Personenleben glückt: sollte es nicht auch wieder volkserzieherisch, rassenhygienisch möglich sein? Ob Periode, Krankheit oder Verbrechen: die Technik des Heilens auf den Krieg auszudehnen, ist rassenhygienische Forderung. Zu dieser Einsicht kommen jetzt auch die Gelehrten, die im allgemeinen während des Weltkrieges jeden derartigen Wunsch als unwissenschaftlich und unpatriotisch sehr schroff ablehnten. So sagt heute Doflein[46]) (S. 116):

„In welch vielfältigen Formen haben wir den Tod im Reiche der Lebenden auftreten sehen! In den verschiedensten Erscheinungsformen sahen wir ihn gesetzmäßig erscheinen. Solange wir Gesetze am Geschehenen beteiligt sehen, waltet etwas Versöhnliches über den Vorgängen. Wie grauenhaft ist demgegenüber das gewollte Töten, das der Mensch verschuldet! Wie unscheinbar ist das Töten des Jagdwildes, das Schlachten der Nährtiere, das gegenseitige Morden der auf tierische Nahrung angewiesenen Organismen gegenüber dem organisierten Töten, wie es der Krieg mit sich

bringt. Kaum einen Erwachsenen gibt es im Zentrum Europas und in weiten Teilen der Welt, der in den letzten Jahren nicht mit dem Massentöten von Menschen in Berührung gekommen wäre und nicht tiefe Eindrücke dabei mitgenommen hätte. Wohl den erschütterndsten Ausdruck hat dem fürchterlichen Geschehen im Krieg der Franzose Barbusse in seinem Buche „Feuer" gegeben. Liest man dieses Werk eines großen Künstlers, so wallt in einem die Empfindung auf: So etwas darf nicht mehr über die Erde und Menschheit kommen. Gerade die Wissenschaft hat die Pflicht, daran mitzuarbeiten, daß der Tod nicht mehr so sinnlos und unter so grausenhaften Bildern auftritt. Und die Wissenschaft vom Leben, die Biologie, wäre befugt, in dieser Richtung zu arbeiten und zu wirken!"

Also genau das, was Nicolai in seiner genialen „Biologie des Krieges"[104]), ich selbst in meinen Büchern „Einzeltod, Völkertod"[105]), „Menschheitswende"[106]) und zahlreichen Aufsätzen schon Jahre vorher unter weitreichender Entrüstung fast aller Berufsschichten, namentlich aber der national und „patridiotisch" Wohlgesinnten nachdrücklich gefordert hatten! — —

Gewiß, wir machen uns nicht unsterblich dadurch, daß wir die stürmischen Wogen unseres Lebensganges glätten; sterben müssen wir — die Person, die Nation, die ganze Art. Aber wir erzielen doch Aussicht und Anrecht auf doppelten Gewinn: erstens die Verlängerung des Lebens. Schon dem Individuum ist es nicht gleichgültig, ob es in tatenlosem Siechtum knapp die Sechzig erreicht oder in fruchtbringender Arbeit die Achtzig überschreitet. Zwanzig Jahre Einzelleben bedeuten im Rassenleben gewiß an ebensoviele Jahrtausende.

Aber trotzdem das Leben, wie H. Swoboda[107]) versichert, „der Güter höchstes" ist: noch bedeutungsvoller ist ein zweiter Gewinn. Ersehen wir ihn wieder zunächst im Leben des einzelnen: als willenloses Spielzeug seiner Leiden läuft er Gefahr, nicht nur früher zu sterben, sondern, was schlimmer ist, kinderlos oder doch ohne gesunde Nachkommen zu sterben. Der Artentod ist uns nicht minder sicher wie das Ende unseres individuellen Seins; aber wenn wir den

Tod erwarten in unablässig froher Entwicklungsarbeit, dann dürfen wir hoffen, daß wir, ehe der Artentod den Homo sapiens hinwegrafft, aus seinem Schoße den Homo sapientissimus geboren haben. Daß der Mensch seine stammesgeschichtliche Fortsetzung fände im Übermenschen oder — sagen wir lieber, weil wir ihn nicht so haben möchten, wie Nietzsche ihn dachte — im Voll- oder Hochmenschen.

Kein verdorrender Ast am Lebensbaume wünschen und brauchen wir zu sein: verholzt unser menschliches Eigenleben, dann sei es schützende Borke für saftstrotzenden, weiterwachsenden Splint, tragende Stütze für neue, weitergrünende Zweige. Kein Ast an diesem Baume kann endlos lang werden, auch nicht der unsrige; aber er kann sich verästeln, kann Abzweigungen entsenden, die sonnenwärts wachsen, knospen und blühen und uns tief, tief unter sich zurücklassen.

Unsterblichkeit der Seele.

Vielleicht werden manche Leser dieses Buch enttäuscht zur Seite legen, weil sie ganz anderes darin zu finden hofften: nämlich etwas über das persönliche Fortleben nach dem Tode, über die Unsterblichkeit der Seele, des „Äther-" oder „Astralleibes". Indessen, darüber abzuhandeln, ist nicht Sache des exakten Naturforschers. Er kann und will nur mit Tatsachen zu schaffen haben; das Fortleben der Seele — losgelöst vom gestorbenen Leib — ist aber keine Tatsache, sondern nur ein Gedanke, ein Traum, ein Wunsch, eine eitle törichte Sehnsucht. Zumindest ist das Sonderdasein des Geistes nach dem Wegsterben des zugehörigen Körpers — ganz duldsam ausgedrückt — weder streng zu beweisen noch auch, ganz streng genommen, genau zu widerlegen. Es gehört zu jenen „letzten Fragen", von denen — wenn überhaupt von etwas — das haltgebietende, verzichtende Wort du Bois-Reymonds gilt: „Ignorabimus" — Wir werden es nie wissen!

Bescheiden wir uns sonach — echt naturwissenschaftlich — mit dem äußersten philosophischen Vorbehalt, so müssen wir ein Gleiches auch von unserer Gegenpartei ver-

langen. Geben wir, entgegen aller Wahrscheinlichkeit, die Möglichkeit zu, daß, was wir nicht wahrnehmen können, dennoch wirklich sei und stattfinde, so darf andererseits niemand sich vermessen, dieses Sein des Unsichtbaren apodiktisch zu behaupten. Wer etwas behauptet, ist immer gebunden, es zu beweisen. Gerade der Beweis ist aber, wie betont, in unserem Falle nicht zu führen. Denn die Berufung auf irgendwelche Offenbarung oder sittliche Nötigung — etwa, um mit unseren verstorbenen Lieben wieder vereinigt zu sein; oder, wie Richard Wagner gesagt hat, es „müsse eine andere Welt geben als diese, weil in ihr der unauslöschliche Trieb zur Glückseligkeit nicht zu stillen sei, dieser Trieb somit eine andere Welt zu seiner Erlösung fordere" —, derlei theologische und teleologische Argumente sind natürlich in unseren Augen kein Beweis. Immer noch gilt der Leibnizsche Satz vom „zureichenden Grunde"; immer noch besteht die Bedingung, daß nicht anerkannt zu werden braucht, wofür keine solch ausreichenden Gründe vorgebracht wurden. Immer noch geht das Verlangen nach Begründung und Beweisen zu Lasten des Behauptenden; noch immer hat dieser kein Recht, die ganze Beweiseslast seinem Gegner aufzubürden.

In eben dieser Lage befindet sich, wie schon Kant und Hume betonten, der seelische Unsterblichkeitsglaube. Noch nie ist ein einleuchtender Grund dafür vorgewiesen worden, daß „die Toten leben". Auf keinem Gebiete der Natur- und Geisteswissenschaft, die gesamte okkultistische und spiritistische Scheinwissenschaft inbegriffen, ist auch nur der Schatten eines solchen Nachweises erbracht worden. Mit derartiger Verurteilung soll nicht die übrige okkultistische Lehre getroffen werden, namentlich nicht in ihrer Gestalt als „Xenologie"[108]), als Wissen von all dem, was außerhalb des bisher wissenschaftlich Ergründeten, aber dennoch sehr real zwischen Himmel und Erde liegt, ohne daß unsere Schulweisheit sich davon träumen läßt. Nur eben im Bereiche des Seelenjenseits hat die Xenologie versagt, mußte sie versagen.

Wie aber die „Beweise" aussehen, deren sich die katholische Kirchenlehre schuldig macht, darüber öffnet uns ein

Buch (1882) des Münsterer Universitätsprofessors (!) Bautz die Augen. Es heißt darin vom Fegefeuer:

„Was die wirkliche Dauer des Fegefeuers anbetrifft, so beläuft dieselbe sich laut der Marina von Eskobar auf 20, 40, 50 Jahre und noch länger. Katharina Emmerich spricht von Seelen, die Jahrhunderte im Fegefeuer zubringen mußten. Bei Franziska vom heiligen Sakrament war ein ständiges Gehen und Kommen von armen Seelen. Sie erscheinen ihr oft feurig, manchmal kohlschwarz und Funken werfend. Angesichts einer solchen Summe von Tatsachen (!!) wird es sehr wenig ausmachen, wenn sich die eine oder andere Begebenheit sollte kritisch anfechten lassen."

Da lobe ich mir die Bescheidenheit eines Okkultisten wie Maeterlinck[109]): „Experimente dieser Art," sagt er (S. 81) von den mediumistischen, „werden nie den gleichen wissenschaftlichen Wert haben, wie solche, die in einem physikalischen oder chemischen Laboratorium stattfinden." „Wie man sieht," meint er (S. 84) von der Suggestionswirkung als dabei unterlaufende Fehlerquelle, „ist das Problem augenblicklich fast unlösbar und die Kontrolle undurchführbar." Und weiter (S. 86): „Bevor wir uns dem Unbekannten jenseits des Grabes zuwenden, wollen wir die Möglichkeiten des irdischen Unbekannten bis auf den Grund ausschöpfen." „Inzwischen will ich lieber wissen, daß ich nichts weiß, als mich von trügerischen und unvereinbaren Behauptungen nähren. Ich will mich lieber an eine Unendlichkeit halten, deren Unbegreiflichkeit grenzenlos ist, als mich auf einen Gott beschränken, dessen Unbegreiflichkeit rings begrenzt ist" (S. 89).

Was vom philosophischen Standpunkt aus über „ewiges Leben", beziehentlich dagegen gesagt werden konnte, hat Feuerbach[110]) längst gesagt. Unter den psychologischen Einwänden, die den Glaubenssatz eines an das Erdenleben angeschlossenen Lebens im Jenseits anfechten, nimmt der Hinweis auf die Unbewußtheit vor der Geburt und auf das abnehmende Bewußtsein vor dem Tode einen ersten Platz ein. „Unsere Bewußtlosigkeit, bevor unser Leib sich gestaltete," sagt Hume[111]), „deutet

für gesunde Vernunft auf einen ähnlichen Zustand nach dem Aufhören hin. Wäre unsere Furcht vor der Vernichtung ein ursprüngliches Gefühl und nicht die Äußerung unseres allgemeinen Strebens nach Glück, müßte diese Furcht weit eher ein Beweis von der Sterblichkeit unserer Seele sein; denn die Natur erzeugt nichts umsonst, und für etwas, das nicht stattfindet, würde sie uns keine Furcht eingegeben haben."

Schopenhauer[112]) zerstört dann diese Furcht, indem er begründet: „Wenn, was uns den Tod so schrecklich erscheinen läßt, der Gedanke des Nichtseins wäre, so müßten wir mit gleichem Schauder der Zeit gedenken, da wir noch nicht waren. Denn es ist unumstößlich gewiß, daß das Nichtsein nach dem Tode nicht verschieden sein kann von dem vor der Geburt, folglich auch nicht beklagenswerter. Eine ganze Unendlichkeit ist abgelaufen, als wir noch nicht waren, aber das betrübt uns keineswegs . . . denn es ist gleichgültig, ob die Zeit, welche unser Dasein nicht füllt, zu der, welche es füllt, sich als Zukunft oder Vergangenheit verhalte."

Das abnehmende Bewußtsein des Greises läßt Briegleb[113]), wie folgt, gegen die unsterbliche Seele auftreten: „Das Dogma von der persönlichen Unsterblichkeit — d. h. also Fortleben mit Erinnerung — ist auch schon aus dem Grunde nicht annehmbar, weil Fähigkeit und Kraft, der ganze Wert des absterbenden Menschen, viel geringer ist als der des Menschen in seinen ‚besten Jahren'. Bekannt ist ja die Tatsache, daß Greise oft kindisch oder idiotisch werden. Und in welchem Zustande lebt das im Sauglingsalter verstorbene Kind fort, das doch auch eine Seele haben müßte? Auch das langsame Absterben des Menschen, beziehungsweise das allmähliche Schwinden des Bewußtseins ist ein Argument gegen die Annahme, daß eine Seele in kirchlich-dogmatischem Sinne den Körper bewohne und ihm das Leben gebe; denn eine solche Seele würde nicht langsam entweichen, gleichsam stückweise, sondern der Tod müßte immer plötzlich eintreten."

Das Dogma der Unsterblichkeit wird mit erschüttert, wenn das mit ihm eng verbundene Dogma der Unteilbarkeit, untrennbaren Einheit der Seele zu Falle kommt. Eigentlich schon die gewöhnliche körperliche Fortpflanzung räumt damit auf: gelegentlich der Zeugung löst sich nämlich auch ein „Stück" Seele vom Erzeuger los und geht in die Seele des Erzeugten über: diese junge Seele ist also irdischer Abkunft, nicht von Himmelsgnaden eingehaucht oder — wie die Seelenwanderungslehre will — aus einem beliebigen fremden Wesen in die werdende Person hineingeschlüpft. Sie stammt, wie außerdem ihre ererbten Gewohnheiten, Neigungen, Vorzüge, Schwächen verraten, von den Elternseelen. Diese konnten mithin, als die Eltern ihre Lebensaufgabe erfüllt hatten, nicht mehr zur Gänze in das Luftmeer entschweben, sondern hatten sich vorher in Kindesseelen gespalten, verzweigt und verewigt.

Der Gedanke an die Fortpflanzung ist uns zu sehr gewohnt, um aus ihm die volle Absurdität des Unteilbarkeitsdogmas herauszufühlen. Stärker ist die Reibung zwischen diesem und den Tatsachen der Teilbarkeit des „Individuums", die zum Abc der Entwicklungsmechanik gehören. Einen Regenwurm kann man dritteln: daraufhin wächst dem vorderen Drittel nach hinten ein neuer Schwanz, dem rückwärtigen nach vorn ein neuer Kopf, dem mittleren beides; aus einem Wurm sind drei geworden. Was der Wurm im erwachsenen Zustande leistet, vermögen höherstehende Tiere auf jüngeren Entwicklungsstufen, die in ihrer keimesgeschichtlichen Wiederholung dem stammesgeschichtlichen Wurmstadium ungefähr entsprechen. Noch bei höchststehenden Tieren vermögen es die Eier: zerschnürt, rundet sich jedes Trennungsprodukt zu einem neuen Ausgangspunkte der Entwicklung, die einen ganzen, nur der Stoffeinbuße gemäß kleineren Keimling liefert. Seitdem man gelernt hat, noch bei Molchen und unter geeigneten Bedingungen bei Fröschen Mehrlingsbildungen künstlich einzuleiten, ist klar geworden, daß menschliche Geburten, bei denen kleine Zwillinge gleichen Geschlechtes zur Welt kommen, die einander zum Verwechseln ähnlich sehen, aus einem Ei stammen, das sich auf früher embryonaler Stufe geteilt hatte. Was beim Menschen nur gelegentlich geschieht, ist bei anderen Säugetieren (gewissen Gürteltieren) ein regel-

lebens nach dem Tode des Individuums nicht mehr die Rede sein kann. Unsere Empfindungen, Gedanken und Gefühle leben nur in dem Sinne auch nach unserem Tode noch fort, als wir sie während unseres Lebens anderen Menschen mitgeteilt haben, die sie nun selbst in ihrem Bewußtseinsleben reproduzieren. Das ist die einzige Unsterblichkeit unserer Seele."

„Das bewußte Gedächtnis des Menschen," sagt ein anderer großer Physiologe, Ewald Hering[114]), „erlischt mit dem Tode, aber das unbewußte Gedächtnis der Natur ist treu und unaustilgbar, und wem es gelang, ihr die Spuren seines Wirkens aufzudrücken, dessen gedenkt sie für immer."

Schlußwort.

Fragen wir zum Schluß nach Aussichten, die sich uns bieten, den gewonnenen einheitlichen Gesichtspunkt kulturell und sozial nutzbar zu machen, so erfolgt die vorsichtige Antwort am besten — ganz allgemein gehalten — als biblisches Gleichnis:

Die Menschen wollten einen Turm bauen, dessen Spitze bis an den Himmel ragt. Gott vereitelte ihr hoffärtiges Beginnen, indem er ihre Sprache verwirrte, so daß einer den anderen nicht mehr verstehen konnte. Sie mußten deshalb zu bauen aufhören und zerstreuten sich über die Erde. Soweit das Alte Testament über den Turmbau zu Babel. Ich allerdings glaube: nicht, um den Hochmut der kühnen Baumeister zu strafen, hat Gott ihre Sprachen geschieden, sondern weil sie ihren Turm sogar wirklich fertig gebaut und — im Himmel angelangt — Gott entthront hätten.

Denn menschlicher Geisteskraft ist nicht leicht etwas unmöglich. Vieles ist unerforscht, doch nichts ist unerforschlich. Unsere Naturbeherrschung, die Technik, ist unvollkommen, doch unbegrenzt vervollkommnungsfähig. Nur eine Bedingung knüpft sich an die Erfüllung unerfüllbar scheinender Aufgaben, — handle es sich um himmelragende Bauten, um ewige Jugend oder um die Überwindung des Todes. Grundbedingung ist es, daß das Gebot des Neuen Testaments

erfüllt werde: Liebet euch untereinander! Denn jeder, scheinbar schwerwiegendste, persönliche, völkische, staatliche Streitfall ist ein Nichts, verglichen der Bedeutung auch der scheinbar unbedeutendsten Entdeckung und Erfindung! Internationale Zusammenarbeit aber heißt der Lebensnerv, den wir uns nicht durch Altersschlacken einer sonst degenerierenden Menschheit verkümmern lassen dürfen; der Nerv, dessen Wissenschaft und Wirtschaft nicht entraten können. Soll es unter Personen und Nationen ewiger Frühling werden, so ist eines nötig: der Weltfriede, der Völkerfrühling! Mit seiner Hilfe würden Werke gelingen, denen — innerhalb allmenschlicher, allirdischer Grenzen — schon beinahe in unbeschränktem Maße zukommt, was ihren Urhebern stets nur in sehr begrenztem Ausmaße beschieden sein kann: Unsterblichkeit!

Wichtigste neuere Schriften zu weiterem Studium:

Bernard, Claude, „La vie et la mort". Englische Übersetzung von W. J. Greenstreet, 1911.

Bloch, O., „Vom Tode. Eine gemeinverständliche Darstellung." Stuttgart 1909.

Buehler, A., „Alter und Tod, eine Theorie der Befruchtung". Biol. Zentralblatt, 24. Bd., 1904.

Dastre, A., „Life and Death". Übersetzung von W. J. Greenstreet, London 1911.

Doflein, Franz, „Das Problem des Todes und der Unsterblichkeit bei den Pflanzen und Tieren". Jena, G. Fischer, 1919

Doms, Herbert, „Über Altern, Tod und Verjüngung". Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, 23. Bd., S. 250 bis 309, 1921.

Ewald, C. A., „Über Altern und Sterben". Wien-Leipzig, Alfred Hölder, 1913.

Hartmann, Max, „Tod und Fortpflanzung". München, Ernst Reinhardt, 1906.

Jollos, V., „Die Fortpflanzung der Infusorien und die potentielle Unsterblichkeit der Einzelligen". Biologisches Zentralblatt, 36. Band, S. 497, 1916.

Korschelt, Eugen, „Lebensdauer, Altern und Tod". Jena, G. Fischer, 1917.

Kraus, F., „Über Tod und Sterben". Akademische Rede, Berlin 1911.

Kuster, E., „Botanische Betrachtungen über Alter und Tod". Berlin, Borntraeger, 1921.

Lipschütz, Alexander, „Warum wir sterben". Stuttgart, Kosmosbändchen, Franckh'sche Verlagshandlung, 8. Auflage 1914.

Lipschütz, Alexander, „Allgemeine Physiologie des Todes". Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1915.

Lorand, A., „Die zehn Hauptanlässe zum vorzeitigen Tode". Stuttgart, E. H. Moritz, 1920.

Minot, Charles, „The Problem of Age, Growth and Death. A Study of Cytomorphosis". New York, Putnam & sons, 1908.

Minot, Charles, „Moderne Probleme der Biologie". Jena, G. Fischer, 1911. (Die Kapitel: „Die Unsterblichkeit" und „Die Entwicklung des Todes" enthalten in deutscher Sprache die meisten Ergebnisse, die in dem vorzitierten englischen Werk niedergelegt sind.)

Mühlmann, M., „Das Altern und der physiologische Tod". Sammlung anatomischer Vorträge, Jena, G. Fischer, 1910.

Metschnikoff, E., „Etudes sur la nature humaine". Paris, Masson, 1903.

Metschnikoff, E., „The Prolongation of Life". London 1907.

Ribbert, H., „Der Tod aus Altersschwäche". Bonn, 1908.

Rubner, Max, „Das Problem der Lebensdauer und seine Beziehungen zu Wachstum und Ernährung". München und Breslau, 1908. (Hiezu ist die Kritik H. Friedenthals, Berichte der Physiologischen Gesellschaft Berlin 1909 zu beachten!)

Schleip, W., „Lebenslauf, Alter und Tod des Individuums": ein Kapitel der „Allgemeinen Biologie" in „Kultur der Gegenwart". B. G. Teubner, Leipzig, 1915.

Scharel, Julius, „Die Leistungen der Zellen bei der Entwicklung der Metazoen". Jena, G. Fischer, 1915.

Schultz, Eugen, „Über Verjüngung". Biologisches Zentralblatt, 25. Band, S. 465—473, 1905.

Hiezu kommen einige kürzere Aufsätze gemeinverständlichen Inhaltes, die — in verschiedenen, jedoch zumeist leicht zugänglichen Zeitschriften zerstreut — sich vielleicht ebenfalls ganz gut eignen, in die neueren Auffassungen über Altern, Tod und Unsterblichkeit einzuführen; so seien sie hier aufgezählt, soweit sie nicht in den folgenden „Anmerkungen" ihren Platz gefunden haben:

Beth, K., „Über Ursache und Zweck des Todes". Glauben und Wissen, Stuttgart 1909.

Brohmer, P., „Der Tod". Neue Weltanschauung, Heft 5, 1909.

Bürker, K., „Vom Tod". Umschau Nr. 21, 1912.

Duenges, A., „Das Problem des Todes". Vierteljahrsschrift für Philosophie, 25. Band, Leipzig 1907.

Fromm, A., „Eugenik und Lebensverlängerung". Die Bildung X, Nr. 12, 1918.

Hennig, E., „Die Grenzen des Individuums und das Problem des Absterbens". Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Neue Folge, 13. Band, Nr. 52, 1914.

Hertwig, Richard, „Über die Ursache des Todes". Münchner Allgemeine Zeitung, Beilage 12./13. Dezember 1906.

Honigmann, H. L., „Die Geschlechtsumwandlungs- und Verjüngungsversuche Steinachs". Natur 12. Jahrg., H. 9/10, 1921.

Jores, „Wann ist ein Lebewesen tot?" Umschau Nr. 6, 1910.

Knauer, Friedrich, „Warum sterben Tiere aus?" Prometheus 24. Band, 1913.

Knauer, Friedrich, „Altern und Sterben in der Natur". Monatsschrift für naturwissenschaftliche Fortbildung, 17. Jahrgang, Heft 5/6, 7/8, 1921.

Koppányi Th., „Theoretische Erwägungen über die Entstehung der Alterserscheinungen und des Todes". Naturw. Wochenschrift Nr. 42, 1922.

Lenk, E., „Vom Leben zum Tode". Naturwissenschaftl. Wochenschrift, Neue Folge, 20. Band, 726—728, 1921.

Lick, E., „Über Altern und Verjüngung". Ebenda 161—170, 1921.
Nachtsheim, Hans, „Die Bedeutung der Konjugation bei den Infusorien". Ebenda, N. F., 13. Band, Nr. 15, 1914.
Reibmayr, A., „Die wichtigste Ursache des Alterstodes in der belebten Natur". Politisch-anthropologische Revue 10, 1912.
Reiner, Julius, „Das Leben und seine Kehrseite". Kosmos, Handweiser für Naturfreunde, Heft 4, 1920.
Schild, Ewald, „Vom Leben und vom Tode". Monatsschrift für naturwissenschaftliche Fortbildung, 17. Jahrgang, Heft 5/6, Mai—Juni 1921.
De Vries, Hugo, „Über erbliche Ursachen eines frühzeitigen Todes". Die Naturwissenschaften, 7. Band, S. 217, 1919.
Weber, F., „Der natürliche Tod der Pflanzen". Naturwissensch. Wochenschrift Nr. 33, 1919.
Werner, Franz, „Wachstum und Alter der Tiere". Mitteilungen der Sektion für Naturkunde des Österreichischen Touristenklub Nr. 4 und 5, 1899.
Wuelker, G., „Über das Sterben". Natur, 10. Jahrgang, Heft 13/14, 1919.

Anmerkungen.

[1]) Harms, W., „Das Problem der Geschlechtsumstimmung und die sog. Verjüngung". Die Naturwissenschaften, Heft 11, 1921.
Derselbe, „Keimdrüsen und Alterszustand". Berlin-Wien, Urban & Schwarzenberg 1922.

[2]) Steinach, E., „Verjüngung durch experimentelle Neubelebung der alternden Pubertätsdrüse". Berlin, J. Springer, 1920. — Ein Werk über „Keimdrüsen und Organismus" im Rikola-Verlage zu Wien in Vorbereitung.

[3]) Voronoff, S., „Vivre. Etude des moyens de relever l'energie vitale et de prolonger la vie". Paris, Bernard Grasset, 1920. Derselbe, „Greffes testiculaires". Paris, Octave Doin, 1923.

[4]) Sand, K., „Vasektomie beim Hund als Regenerationsexperiment". Zeitschrift für Sexualwissenschaft VIII, 12. Heft, 1922. Auch Journal de Physiologie et de Phathologie genérale Tome XIX, pp. 494—503, 1921.

[5]) Lydston, G. F., „Impotence and Sterility with aberrations of the Sexual Function and Sex-Gland implantation". Chicago, The Riverton Press, 1917, auch Journ. Am. Med. Ass. Nr. 3, 1920.

[6]) Stanley und Kalfer, Journal Am. Med. Ass. Nr. 22, 1920; siehe das Referat von Dr. zum Busch in der Deutschen medizinischen Wochenschrift Nr. 1, 1921.

[7]) Brinkley, J. R., „The Brinkley-Operation", Chicago, Sydney B. Flower 1922.

[8]) Edgar, Th. W., „Senility — its Etiology and Treatment by Gland Implantation". Paper read under the auspices of the New York und New England Association of Railway Surgeons, October 29, 1921. — Derselbe, „Surgical Rejuvenation and Sex Gland Implantation", Western Medical Times, June 1921.

[9]) Benjamin, H., „Preliminary Communication regarding Steinachs Method of Rejuvenation". New York Medical Journal, Dezember 1921. — Derselbe, „The effects of Vasectomy (Steinach-Operation)". American Medicine N. S XVII, Nr. 8, pp. 435—443, 1922.

[10]) Jickeli, C. F., „Zellteilung, Enzystierung und Befruchtung als periodische Ausscheidungen". Hermannstadt, F. Michaelis, 1908, und dessen Hauptwerk „Die Unvollkommenheit des Stoffwechsels", 1902.

[11]) Buttel-Reepen, H. v., „Leben und Wesen der Bienen". Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1915.

[12]) Weismann, A., „Über die Dauer des Lebens". Jena, G. Fischer, 1882. — Derselbe, „Über Leben und Tod". Ebenda, 1892. — Bütschli, O., „Gedanken über Leben und Tod". Zoologischer Anzeiger V, Nr. 103, S. 64—67, 1882.

[13]) Maupas, E., „Recherches expérimentales sur la multiplication des Infusoires ciliés". — Archives de Zoologie experimentale et generale. Vol. V, Nr. 6, 1888.

[14]) Calkins, G. N., „Studies on the life history of Protozoa. IV. Death of the species". Journal of Experimental Zoology I, 1904

[15]) Hertwig, R., „Über Parthenogenesis der Infusorien und die Depressionszustände der Protozoen". Biologisches Zentralblatt XXXIV, 1914. — Derselbe, „Über die Ursache des Todes". Wissenschaftliche Beilage zur Allgemeinen Zeitung, München 1908.

[16]) Enriques, P., „La conjugazione e il differenziamento sessuale negli Infusori". Archiv für Protistenkunde IX, 1907; auch XXVI, 1912.

[17]) Woodruff, L. L., „3300 Generationen von Paramaecium ohne Konjugation und künstliche Reizung". Biologisches Zentralblatt XXXIII, 1913. Auch American Naturalist XLII, 1908 und Archiv für Protistenkunde XXI, 1911.

[18]) Woodruff and G. A. Baitsell, „Rhythmus in the reproductive activity of Infusoria". Journal of Experimental Zoology XI, 1911.

Woodruff und Rh. Erdmann, ebendort, XVII, 1914, und: „Vollständige periodische Erneuerung des Kernapparates ohne Zellverschmelzung bei reinlinigen Paramäzien". Biologisches Zentralblatt XXXIV, 1914.

[19]) Woodruff, L. L., „The Present Status of the Long-Continued Pedigree Culture of Paramaecium Aurelia at Yale University". Proceedings of the National Academy of Sciences VII, Nr. 1, January 1921.

[20]) Ditmar, R., „Sterben und Vergehen in der Natur in kolloidchemischer Beleuchtung". Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Neue Folge, 12. Band, Nr. 50, 1913.

[21]) Fließ, W., „Der Ablauf des Lebens". Wien-Leipzig, F. Deuticke, 1906.

[22]) Swoboda, H., „Die Perioden des menschlichen Organismus". Ebenda, 1905.

[23]) Schneider, K. C., „Einführung in die Deszendenztheorie". Jena, G. Fischer, 2. Auflage, S. 366, 367. 1911.

[24]) In dem aphoristischen Aufsatze „Die Natur" (um 1780). Vgl. darüber die Rektorats-Antrittsrede von Karl Möbius, Kiel, Universitätsbuchhandlung, 1879.

[25]) Fließ, W., „Vom Leben und vom Tod", S. 97. Jena, Eugen Diederichs, 2. Auflage. 1914.

[26]) Mühlmann, M., „Über die Ursache des Alterns". Wiesbaden 1900. Vgl. auch Biologisches Zentralblatt XXI (1901); Virchows Archiv für pathologische Anatomie, 191. Band (1908) und

212. Band (1913); Anatomischer Anzeiger, 19. Band (1901) und Sammlung anatomischer Vorträge, Jena, 1910.

[27]) Ribbert, H., „Der Tod aus Altersschwäche". Bonn, Friedr. Cohen, 1908.

[28]) Hansemann, D. v., „Über Alterserscheinungen bei Bacillus rossii". Sitzungsberichte der Naturforschenden Freunde Berlin Nr. 5, 1914.

[29]) Nothnagel, H., „Das Sterben". Wien, O. Perles, 1900.

[30]) Przibram, H., „Verpuppung kopfloser Raupen von Tagfaltern". Archiv für Entwicklungsmechanik, 50. Band, 1./2. Heft, 1922.

[31]) Eycleshymer, C., „Some observations on the decapitated young Necturus". Anatomischer Anzeiger 46. Band, 1914 in der Naturwissenschaftl. Wochenschrift, Neue Folge XIII, Nr. 31, S. 489, 1914 berichtet darüber Kathariner.

[32]) Modena, G., Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde, 46. Band, Heft 2, 1913. Referat von Kathariner in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift XIII, Nr. 12, 1914.

[33]) Reisinger, L., „Kurzer Rückblick auf die bisherigen Resultate der totalen und halbseitigen Großhirnexstirpation bei Säugetieren". Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Neue Folge XVII, Nr. 44, 3. November 1918. Daselbst finden sich auch die genauen Zitate der im Text (S. 30, 31) weiterhin genannten Arbeiten angegeben.

[34]) Harms, W., „Beobachtungen über den natürlichen Tod der Tiere I: Der Tod bei Hydroides pectinata Phil." Zoologischer Anzeiger XL Nr. 4/5, 1912.

[35]) Harms, W., „Über Versuche zur Verlängerung des Lebens und zur Wiedererweckung der Potenz". Zoologischer Anzeiger LI Nr. 8/10, 1920.

[36]) Literatur bei E. Küster, „Botanische Betrachtungen über Alter und Tod". Scharels Abhandlungen zur theoretischen Biologie, Heft 10, Berlin, Borntraeger, 1921.

[37]) Molisch, Hans, „Populäre biologische Vorträge", Jena, G. Fischer, 1920. Das einschlägige Kapitel „Über die Kunst, das Leben der Pflanze zu verlängern" auch im Jahrbuch des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien 59., Heft 4, Kommissionsverlag Wilh. Braumüller, Wien, 1919.

[38]) Literatur bei Molisch (siehe das vorige Zitat) und bei Küster (siehe das vorvorige Zitat).

[39]) Zlatarroff, As., „Über das Altern der Pflanzen". Zeitschrift für allgemeine Physiologie XVII, 2. Heft, 1916.

[40]) Whitney, zitiert nach Palladin, Pflanzenphysiologie. Deutsche Ausgabe, Berlin 1911, S. 98.

[41]) Ruzicka, V., „Über Protoplasmahysteresis und eine Methode zur direkten Bestimmung derselben". Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, 194. Band, Heft 1/2, 1922. — Derselbe, „Die Protoplasmahysteresis und das Verjüngungsproblem". Deutsche medizinische Wochenschrift Nr. 28, 1922.

[42]) Rößle, R., „Wachstum und Alter". Ergebnisse der Pathologie XVIII, 1917.

[43]) Nachdem ich meinen Vortrag „Tod und Unsterblichkeit" in der Ortsgruppe Dortmund des Deutschen Monistenbundes gehalten hatte, machte sich die Westfälische Allgemeine Volkszeitung vom 25. 1. 1922 über diese gelehrte Unterscheidung zwischen praktischer Sterblichkeit und theoretischer Unsterblichkeit lustig. Sie erblickte darin eine müßige, unfruchtbare Spielerei mit Worten und Begriffen. Der verständnisvolle Leser wird einen Unterschied zu würdigen wissen, der aufdeckt, woran es liegt, wenn alles Lebende sterben muß; und der zugleich die Bedingung aufklärt, die erfüllt werden müßte, sollte es je gelingen, das natürliche Sterben aufzuhalten oder aufzuheben. Wer sich von dem Gewinn solcher Überlegungen für die reine Erkenntnis nicht befriedigt fühlt, wird höhere Achtung davor gewinnen, wenn er (S. 56) erfährt, daß wenigstens Ansätze zu praktischen Konsequenzen mit ihrer Hilfe bereits ermöglicht werden.

[44]) Pütter, A., „Vergleichende Physiologie". Jena, G. Fischer, 1911.

[45]) Doflein, F., „Das Unsterblichkeitsproblem im Tierreich". Freiburg i. B. und Leipzig, Speyer & Kaerner, 1913.

[46]) Doflein, F., „Das Problem des Todes und der Unsterblichkeit bei den Pflanzen und Tieren". Jena, G. Fischer, 1919. Die wörtlich zitierten Stellen S. 116, 112, 111; Sperrdruck von mir.

[47]) Laurent, O., „Accidents nerveux produits à distance par les projectiles de guerre". Comptes rendues de l'Académie des sciences Paris Nr. 17, Avril 1914. (Referat von Kathariner in der Naturwiss. Wochenschr. Neue Folge XIV. Band, Nr. 1, S. 13, 1915.)

[48]) Goetsch, W., „Beiträge zum Unsterblichkeitsproblem der Metazoen, I. Unsterbliche Hydren". Biologisches Zentralblatt, 41. Band, S. 374—381, 1921.

[49]) Hartmann, M., „Über den Ersatz der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Regeneration, ein experimenteller Beitrag zur Physiologie des Todes und der Fortpflanzung". Die Naturwissenschaften IX 318—320, 1921.

[50]) Pütter, A., „Lebensdauer und Altersfaktor", Zeitschrift für allgemeine Physiologie, XIX, 9—36, 1921, und mehrere vorausgehende Aufsätze in den „Naturwissenschaften".

[51]) Berndl, R., „Die alte gefällte Robinie im Linzer Volksgarten". Monatsschrift für naturwissenschaftliche Fortbildung XVII, Heft 5/6, S. 79 mit Abbildung, Mai/Juni 1921.

[52]) Friedenthal, H., „Allgem. und spezielle Physiologie des Menschenwachstums". Berlin 1914. Vgl. auch Berichte der Physiologischen Gesellschaft, Berlin 1909.

[53]) Nachdem ich in der Ortsgruppe Stuttgart des Deutschen Monistenbundes über „Tod und Unsterblichkeit" gesprochen hatte, erschien in den „Blättern für Biolog. Medizin" X, Heft 4, S. 83, 84, April 1922 eine anonyme Kritik zum „Vortrag Dr. Kammerer", worin es u. a. heißt:

„Sein Vortrag war ein abschreckendes Beispiel dafür, wie Wissenschaft nicht getrieben werden soll. Nicht nur maßte sich Dr. K. — ob aus eigener Herrlichkeit oder unter der Narkose der von ihm verkündeten Weltanschauung, weiß ich nicht — den apodiktischen Spruch an: ‚Vieles ist unerforscht, aber nichts ist unerforschlich', sondern er spielte auch mit der abgedroschenen monistischen Phrase von der ‚Entthronung Gottes'. Trotzdem brachte er es aber fertig, mit dem Neuen Testament ‚Liebet einander!' zu predigen. Er machte dann noch in Pazifismus, was mich von einem ‚Biologen', der doch gerade Einblick in den Kampf ums Dasein in der Natur und in die Auslesevorgänge in den Naturreichen hat, mehr als sonderbar anmutete. Das Übelste aber war die taktlose Polemik gegen Schleich, in der sich K. gefiel und in der er durch Applaus seiner Gesinnungsgenossen noch bestärkt wurde. Es hätte sich gehört, einen eben erst Verstorbenen, der sich nicht mehr verteidigen kann, in Ruhe zu lassen. Alle diese Extratouren des Redners machten keinen guten Eindruck . . ."

Für gewöhnlich lasse ich derartige, unglaublich verständnislose Anpöbelungen unerwidert. Diesmal sandte ich auf Veranlassung des Vorsitzenden der Stuttgarter Ortsgruppe, des Herrn Prof. J. Herrmann, eine Entgegnung ein, die aber von der Schriftleitung der „Blätter für biologische Medizin" nicht gebracht wurde. Da sie nun einmal geschrieben ist und das Stehenlassen des Angriffes auf den inzwischen verstorbenen Professor C. L. Schleich ohnehin einer Rechtfertigung bedarf, so möge sie hier ihren Platz finden:

In den „Blättern für biologische Medizin" lese ich einen Bericht über meinen Vortrag „Tod und Unsterblichkeit". Der Bericht ist „ein abschreckendes Beispiel" dafür, wie „Kritik" nicht getrieben werden soll. Er zerfällt in zwei Hälften: in der zweiten (S. 84) werde ich gelobt, ja werden meine sonstigen Verdienste um die Forschung hervorgehoben; in der ersten (S. 83) wird mir meine antireligiöse und antinationale Gesinnung zur Last gelegt. Auch werde ich verdächtigt, einen Toten verhöhnt zu haben; und rasch wird noch Gelegenheit ergriffen, einen von Monistenbund und Friedensgesellschaft veranstalteten pazifistischen Vortrag Gerlachs als bolschewistische Bestechungsaffäre aufzubauschen. Die dabei zitierte „Süddeutsche Zeitung" ist interessanter- und charakteristischerweise dieselbe, in der ich am 26. Mai 1915 durch den Satz: „Kammerer ist Pazifist, Monist, wahrscheinlich sogar (!!) Sozialist" als Gottseibeiuns gebrandmarkt war.*)

Daß Schleich, dessen Chromosomen-Unsterblichkeitstheorien ich angriff, vor kurzem gestorben war, wußte ich damals (bei Abhaltung des Vortrages) nicht. Auf Reisen war mir die betreffende Zeitungsnachricht entgangen. Andernfalls wäre meine Polemik weniger scharf gewesen, obschon der Tod eines Forschers natür-

*) Vgl. meine Stellungnahme dazu in meinem noch vor der Revolution erschienenen Buche „Einzeltod — Völkertod — biologische Unsterblichkeit", Wien, Anzengruber-Verlag Brüder Suschitzky, S. 8—10.

lich kein Grund sein darf, seine Irrtümer „in Ruhe zu lassen". Daß ich mich nicht zum „Ignorabimus"-Standpunkt bekenne wie mein Kritiker, dazu bedarf es weder „eigener Herrlichkeit" noch der „Narkose der von mir verkündeten Weltanschauung": jeder wirkliche Forscher wird sich die kulturgeschichtlich unzählige Male belegte Erfahrung zunutze machen, daß wir fortdauernd die größten Überraschungen erleben und daß, was gestern aussichtslos erschien, heute oder morgen unserer Kenntnis und Beherrschung dennoch erreichbar wird.

So war selbstredend auch mein Gleichnis von der Entthronung Gottes durch den fertigen Turmbau zu Babel zu begreifen; mein Kritiker aber hat es grob-buchstäblich aufgenommen. Für jeden verständnisvollen Zuhörer mußte klar sein, daß ich die Ablösung des untätigen Vertrauens in die Vorsehung durch tatkräftige, planvolle Naturbeherrschung meinte.

Daß ich endlich dem Völkerfrieden das Wort rede, trotzdem ich — wie der Kritikus in seiner Sachunkenntnis urteilt — gerade als Biologe Einblick in den „Kampf ums Dasein der Natur" haben müßte: dieser „Widerspruch" erklärt sich aus eben meinem Einblick in die gegenseitige Hilfe der Natur, die ebenso allgemein verbreitet, aber ungleich entwicklungsfördernder ist. Wo der Daseinskampf negative Wirkungen (Ausmerzung) entfaltet, da erweckt und erhält die allgemeine Entwicklungshilfe das Positive.*) Aber selbst abgesehen hievon ist der Krieg nicht ohne weiteres ein Sonderfall des Naturkampfes; denn dieser bewirkt Überleben der Tauglichsten, jener der Untauglichsten; dieser ist Einzelkampf für eigene Interessen, jener ist Massenkampf für fremde Interessen; die natürliche Auslese züchtet Arbeits-, in der menschlichen Gesellschaft Kulturtüchtigkeit, die künstliche Kontraselektion unter Staaten und Völkern dagegen züchtet bloße Kriegs-, also Zerstörungstüchtigkeit, usw.**)

Es ist ja so kennzeichnend, daß mein Kritiker mir Religionsfeindlichkeit vorwirft, dennoch seinerseits dem irreligiösesten, was es gibt — dem Kampf und Krieg —, das Wort redet. Ich (der Monist) bin im Sinne des Begründers der christlichen Religion, auch wenn ich seine historische Existenz anzweifle, der weitaus bessere Christ. Er (der Antipazifist) ist im Vergleiche zu mir nebst all meiner Frivolität und „Taktlosigkeit" auch der leibhaftige Antichrist. Aber das ist nichts, was ihn von seinen Gesinnungsgenossen unterscheidet.

---

*) Vgl. ausführlicher ebenda, Kapitel III: „Kampf ums Dasein und gegenseitige Hilfe", sowie in meinem Buche „Genossenschaften von Lebewesen auf Grund gegenseitiger Vorteile", bei E. Dech in Bern.

**) Vgl. nochmals das in Fußnote S. 117 zitierte Buch, Kapitel III und IV „Krieg und Höherentwicklung". Es ging nicht an, in einer kurzen Erwiderung eingehender auf diese Dinge, die aber einem Biologen und Mediziner bekannt sein sollten, zurückzukommen.

54) Vgl. die vernichtende Kritik, die Sanitätsrat Laquer-Wiesbaden in der Deutschen medizinischen Wochenschrift, 47. Band, Heft 12, Seite 41, März 1921 über Schleichs Werk „Besonnte Vergangenheit. Lebenserinnerungen" geschrieben hat: „Der Verfasser und sein Stil geraten ins Phantastisch-Bombastische ... schrankenlosen Neigung zu uferlosem Fabulieren ... Zerrbilder ... Schwächen ... Schwänke ... Hintertreppengeschichten ... erzählt man wohl am Teetisch in vorgerückter Stunde ... so viel Irrtümer wie Zeilen ... sachlich lückenhaft ... Erzeugnisse des Schreibtisches ... in dieser Dämmerung fliegt nicht die Eule Minervas." — Siehe ferner die Besprechung von Ziehen und Groß in Nr. 3, S. 83. der Deutschen medizinischen Wochenschrift 1921.

55) Schleich, C. L., „Das Problem des Todes". Ernst Rowohlt Verlag Berlin 1920, S. 16.

56) Ebenda S. 41.

57) Schleich, C. L., „Bewußtsein und Unsterblichkeit". Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart und Berlin 1920, S. 145.

58) „Das Problem des Todes", S 43.

59) „Bewußtsein und Unsterblichkeit", S. 147.

60) Ebendort, S. 148.

61) Loewy, A., und Zondek, H., „Der Einfluß der Samenstrangunterbindung (Steinach) auf den Stoffwechsel". Deutsche medizinische Wochenschrift, 47. Jahrgang, Nr. 13, 1921.

62) Verblüffende Erfolge, die weit über das hinausgehen, was die kühnsten, optimistischsten Erwartungen bei der ersten Veröffentlichung Steinachscher Fälle prophezeien durften, stellt aus eigener Praxis in stattlicher Zahl zusammen: P. Schmidt, „Theorie und Praxis der Steinachschen Operation", Wien-Berlin-Leipzig-München, Nikola-Verlag, 1922.

63) Biedl, A., „Innere Sekretion". Wien-Leipzig, Urban & Schwarzenberg, 2. Band, 2. Auflage, S. 272, 1913.

64) Literatur bei Biedl, siehe das vorige Zitat.

65) Lorand, A., „Das Altern, seine Ursachen und seine Behandlung". Leipzig, Dr. Werner Klinkhardt, 6. Auflage, 13. bis 15. Tausend, 1919.

66) „Innere Sekretion". 2. Auflage, 1. Band, S. 168, 169.

67) Puetter, A., „Der Nachweis der Verjüngung". Die Naturwissenschaften VIII, Heft 49, S. 948—954, 1920.

68) Buxbaum, Vortrag auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Nauheim, 1920.

69) Romeis, B., „Geschlechtszellen oder Zwischenzellen?" Klinische Wochenschrift I., Nr. 19—21, 1922 (besonders S. 1066).

70) Valli, zitiert nach C. A. Ewald, „Über Altern und Sterben". Wien und Leipzig, Alfred Hölder, 1913, Seite 21.

71) Metschnikoff, E., „Studien über die Natur des Menschen". Leipzig 1904.

72) Derselbe, „Beiträge zu einer optimistischen Weltauffassung". München 1908. Vgl. auch Umschau XVI, Nr. 26, S. 554, 1912, und Naturw. Wochenschrift, Neue Folge, XII. Band, S. 218. 1913.

[73]) Strasburger, E., „Die Dauer des Lebens". Deutsche Rundschau, 97. und 98. Band, 1898 und 1899.

[74]) Marcus, H., „Über die Resorption von Bakterien aus dem Darme". Zeitschrift für Heilkunde XX, 427—458, 1899. — Derselbe, „Zur Frage der Durchgängigkeit des Darmes für Bakterien". Wiener klinische Wochenschrift Nr. 1, 1901.

[75]) Beispielsweise Posner und Lewin, Internationales Zentralblatt für Krankheiten der Harn- und Sexualorgane, 1896.

[76]) Cohendy und E. Wollmann, „Experiences sur la vie sans microbes. Elevage aseptique des cobayes". Comptes rendues de l'Académie des scienses Paris Nr. 18. 4. Mai 1914. — Die übrige hier berücksichtigte Literatur in einem Bericht der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift. Neue Folge XIII. Band, Nr. 40, S. 633, Oktober 1914.

[77]) Hesse im Zentralblatt für Bakteriologie, 1. Abt., Orig.-Band 72, S. 454, 1914. Die übrige hier erwähnte Literatur nach einem Referate von Miehe, „Haben polare Tiere einer sterilen Darm?" Naturwiss. Wochenschr. N. F. XIII, Nr. 13, S. 203, 1914.

[78]) Roux, W., „Der Kampf der Teile im Organismus". Leipzig, W. Engelmann, 1895; auch Gesammelte Abhandlungen Bd. 1.

[79]) Hansemann, D. v., „Deszendenz und Pathologie". Berlin 1909.

[80]) Goette, A., „Über den Ursprung des Todes". Hamburg und Leipzig 1883.

[81]) Stieve, H., „Entwicklung, Bau und Bedeutung der Keimdrüsenzwischenzellen, eine Kritik der Steinachschen Pubertätsdrüsenlehre". München und Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1921. Vgl. auch Die Naturwissenschaften VIII, Heft 33 und 46, 1920, und Anatomischer Anzeiger, 54. Band, Ergänzungsheft S. 63—76, 1921.

[82]) Herberg, „Bemerkungen über die ‚Verjüngung durch experimentelle Neubelebung der alternden Pubertätsdrüse' nach Steinach". Monistische Monatshefte VII, 79—84, März 1922.

[83]) Kammerer, P., „Verjüngung, Kastration und Optimismus". Ebenda 150—154, Mai 1922.

[84]) Goetsch, E., „Der Einfluß der Verfütterung von Hypophysenextrakt auf das Wachstum und die geschlechtliche Entwicklung". Zentralblatt für Gynäkologie Nr. 36, S. 471, 1916.

[85]) Warburg, O., „Über die Oxydation in lebenden Zellen nach Versuchen am Seeigelei". Hoppe-Seylers Zeitschrift für physiologische Chemie, 66. Band, S. 305, 1910.

[86]) Loeb, J., „Die chemische Entwicklungserregung des tierischen Eies (Künstliche Parthenogenese)". Berlin 1909. Ganz kurz in „Über das Wesen der formativen Reizung", Vortrag auf dem 16. Internationalen medizinischen Kongreß zu Budapest 1909.

[87]) Gruber, A., „Der Teilungsvorgang bei Euglypha alveolata" und „Die Teilung der monothalamen Rhizopoden". Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 35. bzw. 36. Band, 1881.

[88]) Schaudinn, F., „Über den Zeugungskreis von Paramoeba Eilhardi". Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften, Berlin, 16. Januar 1896.

[89]) Brauer, F., zitiert nach A. Weismann, „Vorträge über Deszendenztheorie", 3. Auflage, 1. Band, S. 251 und 277, Jena, G. Fischer, 1913.

[90]) Blochmann, R. F., „Über die Zahl der Richtungskörper bei befruchteten und unbefruchteten Bieneneiern". Morphologisches Jahrbuch XV, 1889.

[91]) Petrunkewitsch, A., „Die Richtungskörper und ihr Schicksal im befruchteten und unbefruchteten Bienenei". Zool. Jahrb. XXIV, 1901.

[92]) Papanicolau, G., „Experimentelle Untersuchungen über die Fortpflanzungsverhältnisse der Daphniden (Simocephalus vetulus und Moina rectirostris var. Lilljeborgii)". Biologisches Zentralblatt, 30. Band, 2 Arbeiten, 1910.

[93]) Zwei alte Trauerweiden, die im Garten der Biologischen Versuchsanstalt zu Wien standen, mußten umgehauen werden; denn ihr Stamm war so morsch geworden, daß er umzustürzen drohte. Schon seit Jahren verrieten außerdem die Zweige deutliche Merkmale der Vergreisung: sie waren sichtlich unterernährt, wollten nicht mehr recht wachsen, ihre Knospen waren spärlich und entbehrten der Frische. Alljährlich fielen einige Zweige ab; einem davon gelang es, sich zu bewurzeln. Heute hat er sich — unfern dem alten, fortgeräumten Stamme — zu einem jung aussehenden, kräftigen Bäumchen entwickelt. Die Ansicht von Fließ (siehe Anm. 21 und 25), wonach Stecklinge, Ausläufer, Ableger, Brutknospen, Pfropfreiser und andere Abkömmlinge ungeschlechtlicher Fortpflanzung gleichzeitig mit ihrem Stammindividuum altern und sterben, ist gewiß unrichtig.

[94]) Bölsche, W., „Der Mensch der Zukunft". Stuttgart, Kosmos-Bändchen, Franckh'sche Verlagshandlung, 1915.

[95]) Hartmann, M., „Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des Formwechsels (Entwicklung, Fortpflanzung, Befruchtung und Vererbung) der Phytomonadinen (Volvocales) II: Über die dauernde, rein agame Züchtung von Eudorina elegans und ihre Bedeutung für das Befruchtungs- und Todproblem". Sitzungsberichte der preußischen Akademie der Wissenschaften, 52. Band, S. 760—776, 1917.

[96]) Semper, C., „Über die Anwendbarkeit der monophyletischen und polyphyletischen Abstammungshypothese". Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Philosophie IV, 145—184, 1880.

[97]) Goethe, J. W., „Über die Spiraltendenz der Vegetation". Sämtliche Werke, Ausgabe Geiger, Leipzig, Max Hesses Verlag, 38. Band, S. 127—144.

[98]) Guenther, H., „Das Schraubungsprinzip in der Natur". Biologisches Zentralblatt, 39. Band, Nr. 11, 513—526, 1919.

[99]) Haeckel, E., „Die Perigenesis der Plastidule oder die Wellenzeugung der Lebensteilchen". Berlin, Georg Reimer, 1876.

[100]) Tangl, F., „Energie, Leben und Tod". Berlin 1914.

[101]) Verworn, M., Artikel „Tod" im Handwörterbuch der Naturwissenschaften, IX. Band, 1913.

[102]) Schopenhauer, A., „Die Welt als Wille und Vorstellung". 2. Band im Kapitel „Von der Nichtigkeit und dem Leiden des Lebens".

[103]) Hufeland, C. W., „Die Kunst, das menschliche Leben zu verlängern". Zwei Teile. 2. Auflage. Jena, Akademische Buchhandlung, 1798.

Pflueger, E. F. W., „Über die Kunst der Verlängerung des menschlichen Lebens". Bonn, Verlag Emil Strauß, 1890.

Ebstein, W., „Die Kunst, das menschliche Leben zu verlangern". Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1891.

Hansemann, D. v., „Über Makrobiotik". Berliner klinische Wochenschrift Nr. 5, 1910.

[104]) Nicolai, G. F., „Die Biologie des Krieges". 2. Auflage, Orell Füßli Zürich, 1919. Vgl. auch E. Teichet, „Völker, Vaterländer und Fürsten", München, Lothar Joachim, 1913, und im Gegensatze dazu J. Nusbaum, „Der Krieg im Lichte der Biologie", Jena, G. Fischer, 1916.

[105]) Wien-Leipzig, Anzengruber-Verlag, Brüder Suschitzky, 1918.

[106]) Zeit- und Streitschriften des „Friede", II., Wien, Verlag „Der Friede", 1919 (Eingegangen und anscheinend vergriffen).

[107]) Swoboda, H., „Otto Weiningers Tod", S. 79. Wien und Leipzig, F. Deuticke, 1911.

[108]) Maack, F., „Wo liegt das Forschungsgebiet der Xenologie?" Wissenschaftliche Zeitschrift für Xenologie Nr. 1, Mai 1899.

[109]) Maeterlinck, M., „Vom Tode". Deutsch von Oppel-Bronikowski. Jena, Eugen Diederichs, 1913.

[110]) Feuerbach, L., „Ewiges Leben". Hauptinhalt der Gedanken über Tod und Unsterblichkeit, in freier Wiedergabe mit Einleitung von W. Bolin. Leipzig, W. Engelmann, 1912.

[111]) Hume, D., Gesammelte Essays, herausgegeben von Green & Grosse, Vol. II, S. 399—406.

[112]) Schopenhauer, A., „Über den Tod und sein Verhältnis zur Unzerstörbarkeit unseres Wesens an sich". Leipzig 1886.

[113]) Briegleb, H., „Das Problem der Unsterblichkeit". Neue Weltanschauung S. 245, 1908.

[114]) Hering, E., „Über das Gedächtnis als eine allgemeine Funktion der organisierten Materie". Wien, Carl Gerolds Sohn, 2. Auflage, 1876. Erschien auch in Ostwalds Klassikern der Naturwissenschaften.

Sachregister.

Absterbeordnung 49
Ab- und Angewöhnung 98
Altern 10, 15, 23, 31, 32, 36, 60, 63, 73, 82
Altersfaktor 49
Altersfilterese 23, 56
Anabiose 42
Arbeitsteilung der Zellen und Gewebe 24
Atmung 21, 29, 31, 56
Ausflockung kolloidaler Lösungen 37
Ausscheidung (Exkretion) VII, 21, 34
Aussterben d. Arten u. Gruppen 86; d. Lebens i. sein. Gesamtheit 89
Bakterien 51, 74; Bakterienflora des Dickdarm. 63; Milchsäurebakt. 67
Befruchtung 12, 72, 81, 83
Bewußtsein u. Unbewußtheit 103
Bindegewebe 23, 70
Binnenbefruchtung (Endomixis) 77
Blutkörperch., weiße (Leukozyten) 23
Blutkreislauf 21, 29, 31, 55, 56
Blut- oder Wachstumsdrüsen 55, 58, 60, 72
Blutserum 40
Briefeld.üse 62, 72
Chromosomen (Kernschleifen, Kernstäbchen) 7, 51
Dauerschlaf (Latenzzustände) 42
Degeneration 10, 97
Depressionszustand 10, 77
Differenzierung 26, 28
Dispersion und Kondensation 16, 37, 41
Drohnenschlacht 3
Einzeller und Vielzeller 6, 10, 12, 21, 24, 38, 40, 51
Endomixis (Binnenbefruchtung) 77
Entgiftung VII, 21, 54, 56, 74, 76
Entziehungskuren 98
Erhaltung des Lebens, Gesetz von der 17
Ewiges Leben der Urwesen 12, 18, 51; der Seele 102, 103
Exkretion (Ausscheidung) VII, 21, 34
Fortleben nach dem Tode, körperliches 50; geistiges 101
Fossilien, Petrefakten (Versteinerungen) 86
Furchung der Eizelle 7
Galleu 46
Gedächtnis 57, 108
Gel 16
Generationswechsel 81
Geschwülste 46, 57
Gewebskulturen 14, 39, 46
Glycobacter 68
Groß- oder Neuhirn (Cerebrum, Neencephalon) 30, 31
Groß- oder Stoffwechselkern (Macronucleus) 77
Haut 23, 56
Herz 29, 30, 39
Hirn 30; Folgen eines angeborenen oder künstlich eingeleiteten Ausfallens 30, 31
Hirnanhangsdrüse (Hypophyse) 58, 72
Hysteresis der Lebensstoffe 36
Individuum 6, 48, 105
Inkretion (innere Sekretion) VII, 55, 60
Intestibakter, Intestifirm 68
Inzest, Inzucht 79
Kampf und Hilfe in der Natur 65, 69, 118
Kastration, Einfluß auf die Lebensdauer 71
Keimzellen 7, 8, 70, 94, 106
Kernschleifen (Chromosomen) 7, 51
Kleinhirn (Cerebellum) 31
Klein- oder Vererbungskern (Micronucleus) 11, 77
Kollektivseele 107
Kolloide 16, 36
Kolonien (Stöcke) 48; von Zellen 7, 11
Kondensation und Dispersion 16, 37, 41
Konjugation 10, 11, 73, 78
Kopulation 10, 12, 73, 78
Krieg u. Seuchen 95, 100
Kristalloide 16
Langlebigkeit gewisser Bäume 48, 49; von Zellen 29, 48
Lebensdauer, Maßstäbe der 49
Lebensverlängerung 3, 54, 97, 100; absolute und relative 58

Lipoide Pigmente in alternden Zellen 22, 29
Mark, verlängertes (Medulla oblongata) 31
Monophyletische u. polyphyletische Stammesentwicklung 92
Nebennieren 72
Nervenzelle 25, 28, 57
Parasiten u. Symbionten 65, 69
Parthenogenese (jungfräuliche Zeugung) 75, 79, 81
Periodizität 15, 59, 93
Petrefakten, Fossilien (Versteinerungen) 86
Pfropfung (Transplantation) 46, 84, 121; von Keimdrüsen 54
Phagozyten, Lymphozyten, Leukozyten 23, 70
Pigmentanhäufungen in alternden Zellen 22, 29
Pubertätsdrüse 54, 60, 70
Quellbarkeit 16, 37
Regeneration (Ersatzwachstum) 46, 84; überwindung der Fortpflanzung u. d. Todes durch — 46, 47
Reize 76, 80; formative 56
Rhythmik der Lebenserscheinungen 15, 59, 94
Rückenmark 30
Sauerstoff als Desinfektor der Lebensprozesse 56, 74
Schilddrüse 58, 61, 72
Sekretion, innere (Inkretion) VII, 55, 60
Selbstbefruchtung, Selbstbestäub. 79
Selbstvergiftung (Auto-Intoxikation) VII, 19, 21, 32, 39, 45
Sklerose, Alters- 23; Arterio- 56
Sole 16
Sprossung 46
Stationärer Kern u. Wanderkern (bei der Konjugation) 78
Stecklinge 34, 46, 83, 121
Stockbildung 48
Stöcke (Kolonien) 48; von Zellen 7, 11
Stoffkreislauf 15
Stoffwechsel 19, 21, 49, 56; Stoffwechselkern (Macronucleus) 77; Stoffwechselrückstände, -schlacken 21, 22, 29, 34, 38, 45, 56
Symbionten u. Parasiten 65, 69
Teilung der Zelle 6, 9, 29, 76; der Seele 106
Transplantation (Pfropfung) 46, 84, 121; der Keimdrüsen 54
Tod durch Abnützung 44, 87
— aus Altersschwäche 44, 58
—, Arten- und Gruppen- 80
—, Fortpflanzungs- 3, 42
—, gewaltsamer 1, 4
—, Herz- 30, 39
—, Hirn- 30, 58
—, Hunger- 44
— durch klimatische Ursachen 4, 87
—, natürlicher 1, 2, 30, 41, 42
—, Nerven- 28, 33, 38
—, Schein- 42
—, Schock- 3, 42
— durch Selbstvergiftung 19, 21, 39, 45
— Stoffwechsel- 33, 38, 44
— Teil- (Partialtod) 33, 42, 94
Uhrwerk, organisches 2, 59
Umgebungswechsel, auffrisch. Wirkung des 76, 80, 91
Unsterblichkeit, potentielle u. aktuelle 2, 18, 41, 48, 116; der Seele 101
„Unteilbarkeit" der Seele 104
Urhirn (Palaeencephalon) 31
Urzeugung 17, 89
Verjüngung VII, 32, 38, 53, 60, 73, 81; Teilverjüngung 61
Viskosität 37
Wachstumsgeschwindigkeit 27
Wanderkern u. stationärer Kern (bei der Konjugation) 78
Wander- oder Freßzellen (Phagozyten) 23, 70
Wechsel der Nährflüssigkeit, des Kulturmediums 13, 20, 40, 54, 91, 92
Wellen-, Kreis-, Schraubenbewegung des Lebensprozesses 93, 98
Zelle 7, 25
Zellenstaat 7, 11
Zellkern 7, 24, 77
Zellspannung (Turgeszenz) 35
Zentralnervensystem 29, 56
Zirbeldrüse (Epiphyse) 72
Zwischengewebe der Keimdrüsen 54, 71