Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung
UB Universitäts Bibliothek Frankfurt am Main
DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens

Wachstum, Altern und Tod - Vortrag, gehalten auf der Tagung des Naturhistorischen Vereins für die Rheinlande und Westfalens am 29. Juni 1935 in Bad Ems

Wurmbach, Hermann

1937

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-168187

Visual Library

Wachstum, Altern und Tod.

Vortrag, gehalten auf der Tagung des Naturhistorischen Vereins für die Rheinlande und Westfalens am 29. Juni 1935 in Bad Ems.

Von **Herm. Wurmbach** (Bonn).

Die Frage nach dem Wesen des Todes muß vom Biologen in zweierlei Fragestellung betrachtet werden. Die eine ist die kausale: Zieht Wachstum und Entwicklung zwangsläufig Altern und Tod nach sich? Worin liegen die Ursachen des Todes der Organismen im Einzelfalle? Die zweite Frage ist die nach dem biologischen Sinn des Todes: Tritt der Tod überall in der Organismenreihe auf? Unter welchen Erscheinungen findet er sich zuerst? Wie ist das Auftreten des Todes mit den überall zu beobachtenden zweckmäßigen Erscheinungen zur Lebenserhaltung in Einklang zu bringen?

Der größte Teil der bestehenden Theorien über das Wesen des Wachstums und Alterns gründet sich auf den Vergleich des „Zellenstaates" mit der „Population", sei es bei Protozoen oder beim Menschenstaat. So nimmt Deschamp an, daß im Organismus ähnlich wie bei Populationen im Alter eine Anhäufung von Stoffwechselprodukten und mangelhafte Ernährung der Gewebe zustande kommt. Dadurch wird die sonst in geometrischer Progression fortschreitende Zellvermehrung gehemmt (Inanitions- und Autointoxikationstheorie).

In neuerer Zeit nehmen Ostwald (1905) und Robertson (1923) auf Grund der Tatsache, daß die Wachstumskurven mit den Kurven der autokatalytischen monomolekularen Reaktion übereinstimmen, an, daß auch die Entwicklungsvorgänge im Organismus (und in der Population) auf einem solchen Vorgang beruhen und daß das Ende des Vorganges durch den Tod gegeben sei. Eine Reihe Autoren wenden sich aber mit Recht gegen diese Anschauung (Enriques 1909, Theissier 1928 u. Schmalhausen 1929), indem sie darauf hinweisen, daß die Formeln der logistischen Kurve keineswegs mit der Anschauung über Autokatalyse eng verknüpft zu sein brauchen, sondern nur eine formale Beschreibung der Wachstumsvorgänge liefern.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

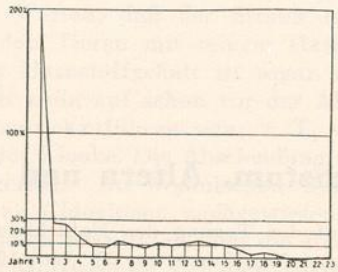

Fig. 1. Prozentuale Zunahme des Körpergewichtes (Rückgang der Wachstumsrate bei Mädchen). (Nach Donaldson und Minot aus Korschelt.)

Um den Abfall der Wachstumskurven zu zeigen, gebe ich Fig. 1, die das Wachstum beim Menschen veranschaulicht, wobei die besonderen Schwankungen hier unberücksichtigt bleiben können.

E. Fischer (1928) nimmt einen hemmenden Einfluß an, der proportional der Relation Volumen zu Fläche mit dem Größerwerden ansteigt.

Erst Schmalhausen (1929), der ebenfalls mit Hilfe von Wachstumsformeln arbeitete, kommt zu einer dem histologischen Befund angepaßten Lösung, indem er sagt: „Also stößt nicht das Wachstum selbst auf einen Wiederstand, es wirtl auch nicht eine notwendige und begrenzte Substanz aufgebraucht, sondern das ganze frei fortlaufende Wachstum betrifft nicht den ganzen Organismus, sondern wird auf eine fortwährend sich vermindernde Masse indifferenter Substanz beschränkt.

Während die genannten Autoren vor allem mit Messungen und Wägungen arbeiten, sind die Anschauungen Minot's (1915) auf histologischen Untersuchungen begründet. Er führt für die Umbildung der Zellen während des ganzen Lebens eines Tieres den Ausdruck *„Cytomorphose"* ein und unterscheidet vier Stufen der Cytormorphose: 1. den nichtdifferenzierten oder embryonalen Zustand, 2. die Differenzierung, 3. die Degeneration, 4. den Tod. Als Beispiel dafür werden rote Blutkörperchen, Knorpelzellen, Pflanzenblätter, Gehirnzellen angeführt. Als einzige Zellen werden von der Cytomorphose nicht ergriffen die besonderer embryonaler Lager (Knochenmark, Kambien etc.).

Nach der Anschauung Minot's ist die Cytomorphose ein Ausdruck des Alters der Zellen, also der Zeit. Dementsprechend ist nach ihm die Cytomorphose nicht reversibel und Metaplasie und Verjüngung ausgeschlossen. Der Tod ist also eine Wirkung des Zellalters. Auch eine Unsterblichkeit der aus dem Körper

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

genommenen Zellen müßte demnach ausgeschlossen sein, sowie deren Rückdifferenzierung bei der Regeneration und der Explantation.

Über das eigentliche Wesen der Cytomorphose wird von Minot nichts ausgesagt.

Konkreter als die Anschauungen Minot's über die Cytomorphose sind die Rucicka's (1922) über die Protoplasmahysteresis. Er kam auf Grund der Untersuchung von Gewebspreßsäften zu der Überzeugung, daß im Laufe der Entwicklung der Tiere und Pflanzen das Plasma aus den labileren (höherdispersen) Phasen in stabilere (niedrigerdisperse) überginge. Das nicht mehr erträgliche Maximum dieser Verschiebung nach dem Gelzustand hin bedeute den Tod. Dieses Altern der Biokolloide hat eine Parallele im Altern künstlicher Kolloide. Dementsprechend kommt auch Rucicka zu der Auffassung, daß im Wesentlichen der Zeitfaktor als Ursache des Alterns und des Todes anzusprechen sei, sowie daß die Vorgänge des Alterns irreversibel seien.

Allen diesen Anschauungen ist die Vernachlässigung des Körpers des Tieres oder der Pflanze als Ganzheit eigentümlich.

Ich möchte nun zu der Schilderung der Wachstumsvorgänge an konkreten Beispielen übergehen und an diesen die Berechtigung der angeführten Theorien überprüfen.

Zunächst ist festzustellen, daß Tiere im allgemeinen ein sog. „geschlossenes Wachstum" haben, daß von vornherein hinstrebt nach einer geschlossenen Form, mit deren Erreichen wir das Tier als „ausgewachsen" zu bezeichnen pflegen. Der Abschluß des Wachstums findet beim Menschen im allgemeinen mit dem 25. Lebensjahr statt. Nur bei wenigen Tieren findet auch noch in höherem Alter ein, wenn auch sehr viel geringeres Wachstum, statt, wie z. B. vielen Fischen. Der Zeitpunkt, in dem das Wachstum abgeschlossen ist, fällt im allgemeinen etwas nach der Erreichung der Geschlechtsreife. Bei Pflanzen dagegen, sowie bei manchen Tieren, wie den Bandwürmern und den Stöckchen (Individuen 3. Ordnung) der Bryozoen, Polypen und mancher Tunicaten findet ein „offenes Wachstum" statt, das heißt, der Organismus wächst durch Vegetationspunkte oder intercalare Wachstumszonen dauernd weiter, so daß eine Wachstumsrichtung, oft aber viele, zum Weiterwachstum offen bleiben.

Obwohl also bei diesen Organismen anscheinend kein natürliches Ende, des Wachstums vorgesehen ist, findet praktisch jedoch auch bei ihnen ein Altern und schließlich der Tod statt und zwar meist in einem gesetzmäßigen Alter (ein-, zwei- und mehrjährige Pflanzen). Der Eintritt des vollständigen Todes kann sich bei älteren Bäumen oft außerordentlich lang hinziehen und wenn

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

schon der größte Teil des Baumes abgestorben ist, so bleiben doch oft noch große Äste längere Jahre grün.

Am Beispiel des Bindegewebswachstums möchte ich nun zu einer Schilderung eines Sonderfalles übergehen. Ich wähle dazu den Haifischwirbel. Zunächst entsteht durch Zellvermehrung

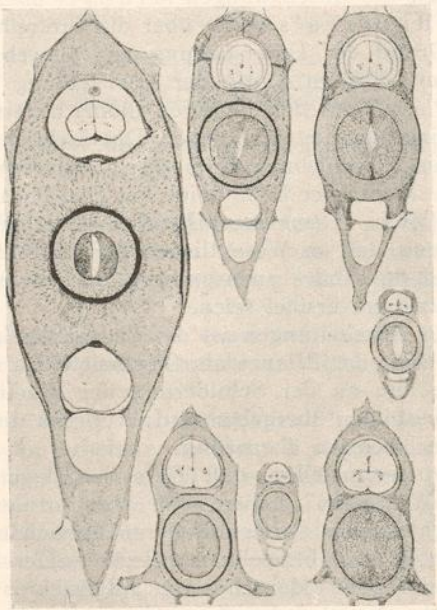

Fig. 2. Rechts Querschnitte der Wirbelsäule von Acanthiasembryonen, links Wirbelquerschnitt eines erw. Acanthias. (Nach Wurmbach.)

die Anlage der Chorda und des Wirbels (erste Stufe der embryonalen Zellvermehrung). Die nächste Stufe besteht in der Ausbildung von zwei elastischen und einer kollagenen Chordascheide und dem gleichzeitig eintretenden Wachstum der Chorda durch Wassereinlagerung. Diese Wassereinlagerung ist in der betreffenden Embryonalzeit charakteristisch für die meisten Gewebe. Sie bezweckt ein rasches Größerwerden des Embryos und die Anlage der Form der Organe ohne kompliziertere Abscheidungen der Zellen. Die nachfolgenden Stadien der Entwicklung des Haiwirbels sind in Fig. 2 und 3 dargestellt. Es erfolgt jetzt um die Chorda, das Rückenmark und die ventralen Blutgefäße herum die Bildung feinster leimgebender Fibrillen, die bald durch die Einlagerung von Chondromucoid in Knorpel überführt werden. Während dieser Überführung nimmt der prozentuale

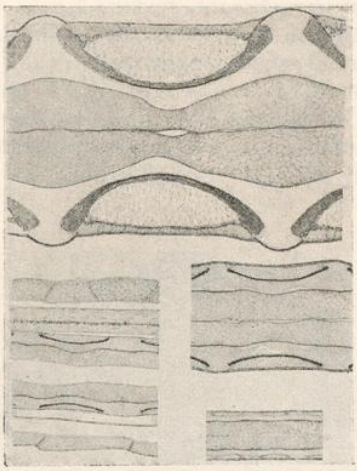

Fig. 3. Frontalschnitte und ein Sagittalschnitt der Acanthiaswirbelsäule, unten von Embryonen, oben von einem erwachs. Exemplar. (Nach Wurmbach 1932.)

Anteil der Zellen am Wirbelkörper mehr und mehr ab. Gleichzeitig wächst der Anteil der knorpeligen Teile der Wirbelsäule im Vergleich zu der im wesentlichen aus Wasser bestehenden Chorda. Es wird also jetzt ein spezifisches Zellprodukt, nämlich Knorpelgrundsubstanz, anstelle des ursprünglich verwendeten Wassers in immer zunehmendem Maße zum Bau der Wirbelsäule gebraucht. Schließlich wird ein noch schwerer lösliches und zu beschaffendes Material, nämlich phosphorsaurer Kalk, in der Mittelzone der Wirbel eingelagert. Die Zahl der Zellen pro Flächeneinheit nimmt (Fig. 4) immer mehr und mehr während dieser Zeit ab. Schließlich wird nach der Geburt auch noch Kalk um das Wirbelzentrum herum und an den Außen- und Innenflächen der Bögen angelagert (Fig. 2 und 3).

Bei einigen Haiarten früher, bei anderen später, entsteht dann auf diesen Kalkablagerungen ein neuartiger, außerordentlich kollagenreicher Knorpel, der nur noch wenig Chondromucoid und dementsprechend weniger Wasser enthält (Fig. 2 und 3). In den Zwischenwirbelscheiben und zwischen den Bögen bleiben Wachstumszonen bestehen (Fig. 3), von denen aus neuer Knorpel angelagert wird. Bei Knochenfischen und Tetrapoden treten im Prinzip ähnliche Stufen der Entwicklung auf: Im Chordastadium Wassereinlagerung, dann Knorpelbildung, schließlich Bildung von kollagenreichem verkalktem Knochen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

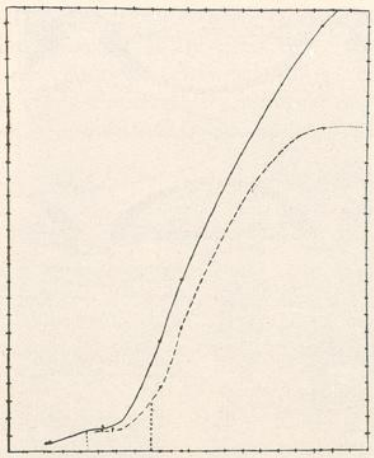

Fig. 4. Zunahme der Interzellularsubstanz im Bogen (obere Kurve) und der Außenzone des Wirbels (untere Kurve) von Acanthias vulgaris. (Nach Wurmbach 1932.)

Es wird also im Interesse der Funktion der Wirbelsäule beim Wachstum nach der anfänglichen Zellvermehrung der prozentuale Anteil der Zellen am Gewebe immer mehr und mehr verringert, indem zuerst Wasser, dann wenig Kollagen und viel Chondromucoid mit Wasser, schließlich immer weniger Wasser und mit zunehmendem Alter mehr und mehr Kollagen und Kalk abgelagert wird. Wir kommen zu einem Verständnis dieser Erscheinung, wenn wir annehmen, daß mit zunehmendem Alter das Gewebe immer mehr und mehr mit einer leicht fällbaren Vorstufe des Kollagens, dem Präkollagen, gesättigt wird. Es würde also in unserem Falle des Bindegewebes das spezifische Produkt der Bindegewebszellen, das Kollagen, das die Funktion des Bindegewebes allein ermöglicht, so stark an Masse anschwellen, daß damit die Zellen schließlich zugunsten der Funktionsfähigkeit der Gewebe immer mehr und mehr zurücktreten. Es ist also die ganzheitsgebundene funktionelle Aufgabe, die gleichzeitig die Alterserscheinungen mit sich bringt, nicht aber der bloße Zeitfaktor. Daß gerade die Funktion es ist, die die Anhäufung der Plasmagele herbeiführt, geht auch aus dem Verhalten der Muskulatur hervor, die immer mehr im Gelzustande befindliche Myofibrillen hervorbringt. Die Protoplasmahysteresis Rucicka's erklärt sich einfach nicht als Ausdruck der Zeit, sondern der Veränderungen, die die dauernde Funktion des Körpers an den Organen und Geweben mit sich bringt. Stimmt diese Anschauung, so müssen Zellen, die der Funktion entzogen sind, sei es,

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

wenn man sie aus der Ganzheit des Körpers herausnimmt, nicht mehr dem Tode verfallen sein, sondern in der Möglichkeit unsterblich sein. In der Tat ergaben die Versuche Carrel's & Ebbeling's (s. darüber Fischer 1927) an Bindegewebszellen des Hühnchens in Gewebskulturen, daß es möglich ist, solche Zellen theoretisch unbeschränkt am Leben zu erhalten, indem sie sie bedeutend länger in Kultur hielten, als das Stammhuhn gelebt haben würde.

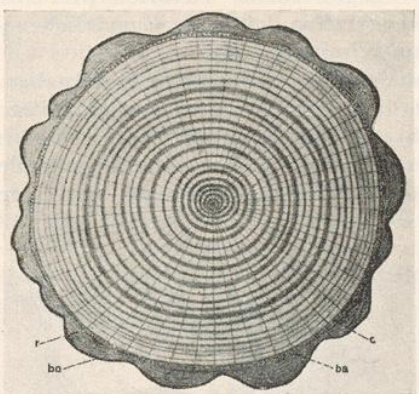

Fig. 5. Querschnitt eines Akazienstammes mit Holz, Jahresringen, Markstrahlen, Kambiumschicht, Bast, Rinde und Borke. (Nach Korschelt.)

Ich möchte hier auch auf die Analogie mit dem pflanzlichen Wachstum hinweisen (s. Fig. 5), wo ebenfalls das spezifische Zellprodukt, hier das Holz, auf die Dauer mehr und mehr auf Kosten des Anteils an lebenden Zellen zunimmt. Auch konnte ähnlich wie beim Kollagen der Haie für ältere Pflanzen (s. Fig. 6) nachgewiesen werden, daß die Neigung, mehr Holz abzulagern, zunimmt, indem die Aderinseln in den Blättern immer kleiner werden.

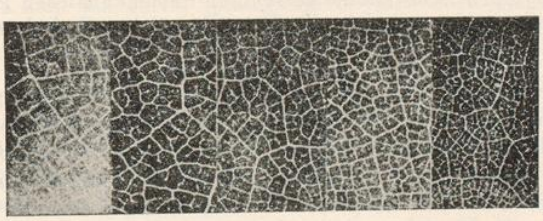

Fig. 6. Aderinseln der Blätter an Blattstücken von Vits vulpina. Die Stöcke waren 3, 6, 14, 28 und 60 Jahre alt. Nach H. M. Benedict aus Korschelt.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Wenn es nun in der Ganzheit des Körpers, nicht im absoluten Alter der Zellen begründet liegt, daß schließlich der Tod eintritt, so muß das Aufgeben der Individualität, etwa durch Teilung des Körpers, den Eintritt des Todes verhindern, ja sogar, wenn eine Tierart sich dauernd durch Teilung fortpflanzt, den Tod überhaupt bei der betreffenden Tierart ausschalten. Die Versuche Hartmann's (1922) an *Stenostomum leucops*, einem rhabdocoelen Turbellar, und die Befunde von Korschelt (1928) bei *Dinophilus* bestätigen das Gesagte. Beide Tierarten pflanzten sich dauernd ungeschlechtlich fort, ohne daß es zum natürlichen Tode eines Individuums gekommen wäre.

Es muß also bei der Teilung eine jedesmalige Verjügung vor sich gehen und die Lehre von der Irreversibilität der Lebensvorgänge hier nicht zutreffen. In der Tat müssen wir eine starke Rückdifferenzierung annehmen, wenn die mit der Teilung verbundenen Körperveränderungen wieder zu einer harmonischen Gestalt führen sollen.

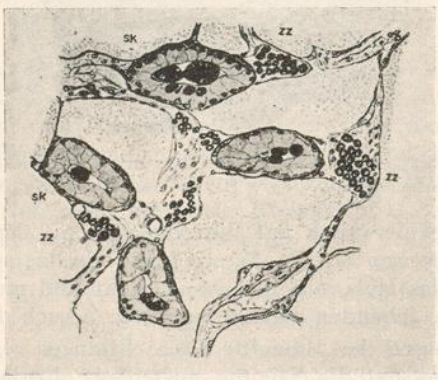

Fig. 7. Schnitt durch den Hoden eines senilen Meerschweinchens. In den durch lymphatische Räume getrennten Samenkanälchen Phagozyten, im Bindegewebe zwischen den Samenkanälchen Zwischenzellen. (Nach Harms aus Korschelt.)

Solche Rückdifferenzierungen, sowie das Aktivwerden und sich teilen von Zellen, die normalerweise keine neuen Gewebe mehr geliefert hätten, lassen sich bei jedem Regenerationsvorgang beobachten, der als Teilverjüngung, hervorgerufen durch die Zerstörung der Ganzheit, aufgefaßt werden kann, wobei die speziellen Ursachen und die Herkunft der Gewebe in jedem Einzelfalle besonders untersucht werden müssen. Bei sehr vielen Organismen (Interstitielle Zellen von Hydra, Neoblasten der Anneliden und

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tunicaten) sind besondere Regenerationszellen vorhanden, in anderen Fällen, besonders auch bei Wirbeltieren, kann weitgehende Rückdifferenzierung (z. B. Muskelkernreihen) mit Metaplasie beobachtet werden.

Schließlich will ich noch den an die Ganzheit des Körpers und seinen Entwicklungszustand gebundenen Partialtod erwähnen. Jedem ist das Fallen der Blätter als solche Erscheinung des teilweisen Todes bekannt. Weniger auffällig ist das Verholzen und Absterben der Zellen im Inneren der Pflanzen (Fig. 5), besser schon die Borkenbildung. Bei den Wirbeltieren erleidet als erstes Organ die Thymus ihre Rückbildung und geht durch Verfettung schon in der Jugend zugrunde. Die Resorption der embryonalen knorpligen Anlagen der Extremitätenknochen und Wirbel ist weniger bekannt und auffällig, stellt aber in Wirklichkeit das erste Absterben von für den Körper nutzlos gewordenen Geweben unter typischen Alterserscheinungen dar. Bei Insekten wird in der Puppe der größte Teil der larvalen Gewebe von besonderen Freßzellen aufgefressen und resorbiert (Muskulatur, Darmkanal, sogar das Gehirn). Die Neubildung erfolgt dann von besonderen Zellagen, den Imaginalscheiben aus.

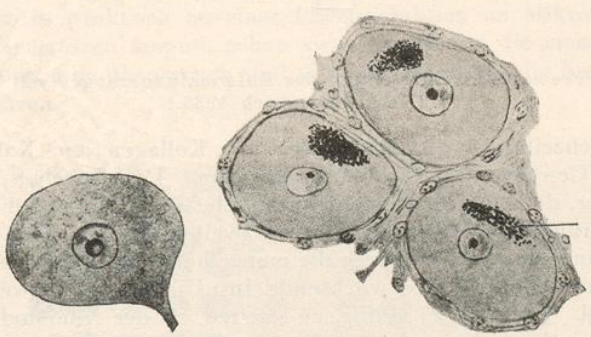

Fig. 8. Links Zelle aus einem Spinalganglion eines einmonatigen Meerschweinchens ohne Pigmentierung, rechts ebensolche von einem 1½-jährigen Meerschweinchen mit Pigmentierung.
(Nach Mühlmann aus Korschelt.)

Als erste und typische Alterserscheinung wird beim Menschen die Rückbildung der Keimdrüsen angesehen (Wechseljahre). In Fig. 8 ist ein Schnitt durch einen solchen degenerierten Hoden eines Meerschweinschens dargestellt. Bei Frauen ist mit 45—50 Jahren die bereits im Embryo vorgebildete Anzahl der Eizellen aufgebraucht. Wenn auch diese Degeneration der Geschlechtsorgane nur ein Glied in der Reihe anderer Degenerationserschei-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

nungen ist, so beeinflußt sie doch den ganzen Körper in der tiefsten Weise und ist sie mit Recht als Zeichen des herannahenden Alters zu betrachten.

In Fig. 8 ist die Pigmentanhäufung in den Ganglienzellen dargestellt, die sich im Alter infolge des dauernden Stoffwechsels der Zellen herausbildet. Auch die Nissl'-Schollen, die man als Ernährungsorgane der Ganglienzellen erkannt hat, werden mehr und mehr rückgebildet. Viele Ganglienzellen sterben auch ab, wenn auch eine Anzahl von ihnen das Alterspigment haben an besondere Freßzellen abgeben können. Da die Ganglienzellen nicht mehr regeneriert werden können, weil sie nicht mehr teilungsfähig sind, auch keine Regenerationszentren existieren, ist beim gealterten Wirbeltier und Menschen die Zahl derselben stark reduziert.

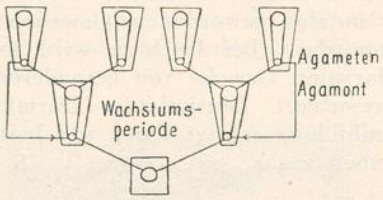

Fig. 9. Schematische Darstellung des Entwicklungsganges von Euglena. (Nach Wurmbach 1935.)

Gleichzeitig ist die Ablagerung von Kollagen und Kalksalzen in den Geweben immer weiter gegangen. Die Knochen werden brüchiger, die Blutgefäße verlieren an Elastizität, erstens durch die Überführung des Elastins in Elacin, zweitens durch die Kollagenverhärtung und drittens durch die mangelhaftere Nervenversorgung. So kommt es durch die wachsende Insuffizenz der Gewebe zum Alterstod. Es ist dabei müßig, zu streiten, ob der Alterstod primär ein Herz- oder Gehirntod wäre. Das Tempo des Alterns der Gewebe kann etwas variieren; die Gewebe bestehen aber nicht unabhängig nebeneinander, sondern beeinflussen sich gegenseitig, so daß das Nachlassen des einen die Schädigung des anderen nach sich zieht.

Nachdem wir erkannt haben, daß es nicht der reine Zeitfaktor ist, der den Tod der Tiere und Pflanzen herbeiführt, sondern daß der Tod zur Ganzheit und Ganzheitserhaltung des Körpers unbedingt als wesentlich dazugehört, das das Absterben der Körperteile vom Körper aus reguliert wird und daß die Funktion im Alter eine Anhäufung der zu ihrer Ausübung notwendigen Gele herbeiführt, so daß die Zeitdauer des Lebens als Artmerkmal be-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

nutzt werden könnte, müssen wir nun fragen, worin denn der biologische Sinn des Todes liegt.

Wir haben gesehen, daß bei Metazoen, die sich dauernd durch Teilung ungeschlechtlich fortpflanzen, kein Tod eintritt, ferner, daß das Altern und Degenerieren der Geschlechtsorgane den Beginn des Alterns und damit des Todes bei den Metazoen bedeutet. Wir haben aber bisher die Protisten aus unserer Betrachtung ausgeschaltet.

Schon Weissmann sprach von der potentiellen Unsterblichkeit der Protozen und drückte damit aus, daß bei den durch Teilung sich fortpflanzenden Einzelligen niemals im Entwicklungsgang der Tod, also die Bildung einer Leiche, auftritt. In Fig. 9 ist der Entwicklungsgang von *Euglena* als Beispiel angeführt. Es kommt durch fortgesetzte Zweiteilung zwar zur Aufgabe der Individualität, niemals aber zur Bildung einer Leiche. Das gleiche Schema kann für die meisten Flagellaten, Amöben, Bakterien und Schizophyten angewandt werden. Auch das Auftreten der geschlechtlichen Fortpflanzung, z. B. bei den Phytomonadiden, ändert daran nichts. Bei *Chlamydomonas* wird die Individualität durch Teilung und durch Kopulation aufgegeben, theoretisch tritt aber niemals der Tod ein. Auch wo es praktisch zu einer Überproduktion an Mikrogameten oder Spermatozen kommt, gehen zwar in der Tat die meisten derselben zugrunde, theoretisch sind aber alle imstande, die Kopulation auszuführen.

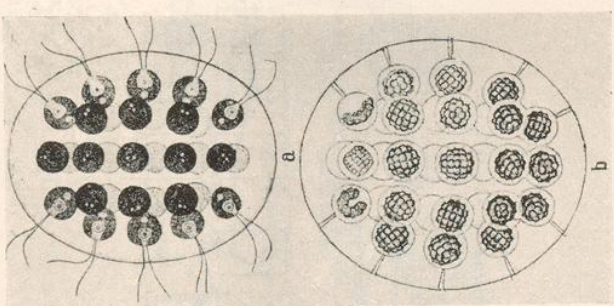

Fig. 10. Eudorina elegans, links erwachsene Kolonie, rechts in Fortpflanzung.

Auch das Auftreten der Mehrzelligkeit, z. B. bei *Eudorina* (Fig. 10), ändert zunächst nichts an der Unsterblichkeit. Zwar geht die Kolonie durch Auflösung zugrunde, die einzelnen Zellen liefern aber alle neue Kolonien (Fig. 10).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

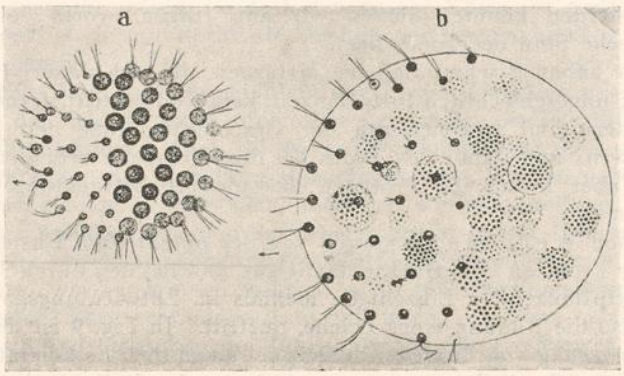

Fig. 11. Pleodorina californica, links Kolonie mit zur Hälfte somatischen, zur Hälfte generativen Zellen, rechts mit zu Tochterkolonie entwickelten generativen Zellen. (Nach Chatton aus Doflein-Reichenow.)

Erst bei *Pleodorina* (Fig. 11) und *Volvox* tritt der Tod auf. Es sind bei diesen Formen die Zellen der Kolonie nicht mehr gleichwertig, sondern in *somatische* und *generative* zu unterscheiden. Die somatischen pflanzen sich nicht mehr fort, sondern liefern nur

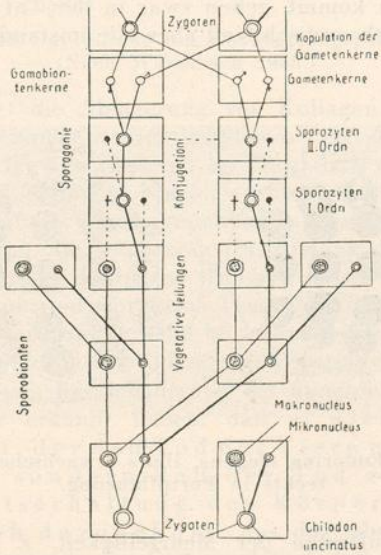

Fig. 12. Schematische Darstellung des Entwicklungsganges von Chilodon unicinatus. Makronucleus innen punktiert. (Nach Wurmbach 1935.)

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

die für die Fortpflanzung der generativen notwendigen Produkte, helfen bei der Fortbewegung des Individuums zweiter Ordnung usw. Es ist also Arbeitsteilung aufgetreten und diese Arbeitsteilung bedingt für die somatischen Zellen den Verlust der Unsterblichkeit, garantiert aber die bessere Sicherstellung der Unsterblichkeit der generativen Zellen und damit der Art. Die somatischen Zellen der *Pleodorina* und *Volvox*kolonie sind also nicht Selbstzweck, sondern Zellen zur Unterstützung der Keimbahn. Dementsprechend gehen sie auch nach Vollführung der Fortpflanzung mit der Kolonie zugrunde.

Daß wir aber auch bei den Ciliaten im Prinzip dieselben Verhältnisse haben, zeigt das Schema Fig. 12. Hier ist keine Differenzierung in Zellen vorhanden, sondern es sind ein somatischer (Makronucleus) und ein generativer (Mikronukleus) Kern vorhanden. Während der generative Kern sich mitotisch teilt, teilt sich der somatische amitotisch und dokumentiert schon dadurch, daß er dem Tode geweiht ist. Der Tod desselben tritt bei der Konjugation ein, wo der alte Makronucleus zugrunde geht und ein neuer aus einem umgewandelten Mikronucleus hervorgeht. Auch die übrigen somatischen Organellen gehen bei dieser Gelegenheit zugrunde und werden resorbiert (Cilien, Mundapparate, Trichocysten).

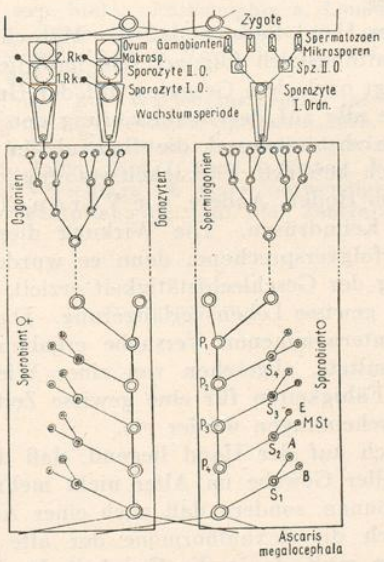

Fig. 13. Schematische Darstellung des Entwicklungsganges von Ascaris megalocephala. Somatische Zellen innen schwarz, spätere Furchung nicht eingetragen, generative Zellen innen hell. (Nach Wurmbach 1935.)

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Bei den Metazoen (Fig. 13) und höheren Pflanzen hat die Differenzierung und Arbeitsteilung einen derartigen Grad der Vollkommenheit erreicht, daß wir die Keimzellen meist übersehen und die Gesamtheit der somatischen Zellen (Muskel-, Nerven-, Bindegewebs-, Epithel- und Blutzellen) als den „Körper", oder das „Tier", oder die „Pflanze" ansehen und vergessen, daß die Gesamtheit des Somas doch nur zu der einzigen Aufgabe entstanden ist, die in ihm liegenden Zellen der Keimbahn zu erhalten und die Unsterblichkeit der Keimbahn sicherzustellen. Nach Erfüllung dieser Aufgabe hat das Soma keine Bedeutung mehr für die Keimbahn, ist nutzlos geworden und geht zugrunde. Die einzige Ausnahme, die von dem so gegebenen Sinn des Todes des Somas auftritt, ist die der durch Teilung sich vermehrenden Metazoen, wo ursprünglich somatische Zellen die Aufgabe der Keimbahn übernommen haben und die Kontinuität der Art sicherstellen.

Im Lichte der Keimbahnlehre Weissmann's erscheint uns so die eigentümliche Erscheinung, daß so zweckmäßig ausgestattete Individuen, die alles besitzen, was zur Selbsterhaltung notwendig ist, zugrundegehen, als eine Selbstverständlichkeit, ist doch der Körper der höheren Tiere und Pflanzen nur eine Abspaltung vom eigentlich Wesentlichen, der Keimbahn, deren Unsterblichkeit sie garantieren sollen.

Es ist auf der Hand liegend, daß der Mensch es versucht hat, seinem Selbsterhaltungstrieb folgend, sein natürliches Schicksal zu umgehen. Es liegt nach dem Gesagten auf der Hand, daß die Verjüngungsversuche alle auf der Reaktivierung der Keimdrüsen aufbauen. Steinach unterband die Samenleiter und brachte es durch die dadurch bewirkte Flüssigkeitsstauung zu neuen Wachstumsvorgängen im Hoden. Andere, wie Voronoff und Harms, transplantierten Keimdrüsen. Die Wirkung dieser Versuche bei Tieren schien erfolgversprechend, denn es wurde nicht nur eine Wiederherstellung der Geschlechtstätigkeit erzielt, sondern darüber hinaus auch eine gewisse Lebensverlängerung. Die daraufhin auch bei Menschen unternommenen Versuche ergaben aber nicht die gewünschten Resultate, abgesehen von einer Wiederbelebung der geschlechtlichen Fähigkeiten für eine gewisse Zeit. Dann stellten sich die Alterserscheinungen wieder ein.

Es ist ja auch auf der Hand liegend, daß die weitgehenden Veränderungen aller Gewebe im Alter nicht mehr rückgängig gemacht werden können, sondern daß nach einer Aufpeitschung des Organismus durch die Sexualhormone der alte Zustand wieder hergestellt werden muß, da ja die Ganzheit des Körpers erhalten geblieben ist.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Wichtiger als die Versuche zur Verjüngung durch Gonadenhormone sind aber die Ergebnisse der modernen Wissenschaft zur Verlängerung des durchschnittlichen Lebensalters durch Vermeidung und Heilung von Krankheiten gewesen, denn durch sie wird ein bis in ein hohes Alter leistungsfähiges und gesundes Geschlecht erzielt, das nach Erfüllung seiner Aufgabe abtritt, um einem neuen Platz zu machen.

Literaturverzeichnis.

Carrel, A. u. Ebbeling, A. H.: Heterogonic serum, age, and multiplication of fibroblasts, in: Journ. Exp. Med., Vol. 35, 1922.

Fischer, A.: Gewebezüchtung. München 1927.

Fischer, E.: Beitrag zur Theorie des organischen Wachstums, in: Roux' Arch. f. Entw.-Mech., Vol. 113, 1928.

Hartmann, M.: Über den dauernden Ersatz der ungeschl. Fortpfl. durch Regeneration, in: Biol. Ztrbl., Vol. 42, 1922.

Korschelt, E.: Lebensdauer, Altern und Tod. Jena 1924.

Korschelt, E.: Über die dauernd ungeschl. Fortpfl. des Ctenodrilus, in: Zoolog. Anz., Vol. 67, 1926.

Korschelt, E.: Art und Dauer der ungeschl. Fortpflanzung bei Ctenodrilus, in: Zool. Anz., Vol. 93, 1931.

Minot, C. S.: Moderne Probleme der Biologie. Jena 1913.

Robertson, T. B.: The chemical basis of growth and senescense (monographs on exp. biol.). Philodelphia a. London 1923.

Rucicka, Vlad.: Über Protoplasmahysteresis und eine direkte Methode zur Bestimmung ders., Vorl. Mitt. in: Pflüger's Arch. ges. Phys., Vol. 194, 1922.

Schmalhausen, J.: Zur Wachstumstheorie, in: Roux' Archiv f. Entw.-Mech., Vol. 116, Festschr. Spemann, 1929.

Wurmbach, H.: Das Wachstum des Selachierwirbels und seiner Gewebe, in: Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontog., Vol. 55, 1932.

Wurmbach, H.: Vorschläge zu einer notwendigen Revision der Nomenklatur der Fortpflanzung. In: Biol. Zentralbl. 1935.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Decheniana

Jahr/Year: 1937

Band/Volume: 94

Autor(en)/Author(s): Wurmbach Hermann

Artikel/Article: Wachstum, Altern und Tod - Vortrag, gehalten auf der Tagung des Naturhistorischen Vereins für die Rheinlande und Westfalens am 29. Juni 1935 in Bad Ems 11-25