

Zur Physiologie der Lebensdauer¹⁾.

Von A. Pütter, Bonn.

Die Begriffe der Wissenschaft entwickeln sich aus denen des täglichen Lebens. Bei diesem Übergang aus der Umgangssprache in die Sprache der Wissenschaft müssen sie einem mehr oder weniger umfangreichen Läuterungsprozeß durchmachen, ja mancher Begriff des täglichen Lebens erweist sich als unbrauchbar in der Wissenschaft, als unangemessen zur eindeutigen Bezeichnung der Erscheinungen, auf die er im täglichen Leben angewandt wird. Daß dies für den Begriff der „Lebensdauer“ des Menschen oder einer anderen Tierart zutrifft, soll im folgenden gezeigt werden.

Seit der Psalmist im 90. Psalm die Worte schrieb: „unser Leben währet 70 Jahre und wenn es hoch kommt, so sind es 80 Jahre“, gilt im täglichen Leben wie in der Biologie diese Zahl als „Lebensdauer“ des Menschen.

Als Rubner im Jahre 1908 den Versuch unternahm, ein Gesetz der Lebensdauer aufzustellen, gab er dem Menschen ebenso 80 Jahre als „Lebensdauer“ wie der Psalmist, und Korschelt widmet 1917 der Frage nach der Lebensdauer des Menschen nur einen Nebensatz, nach dem die Lebensdauer normalerweise 70, seltener 80 Jahre beträgt. Es gilt also den neuesten Biologen der Begriff der Lebensdauer des Menschen als genügend scharf definiert und zahlenmäßig festgelegt. Dabei stammt die Zahlenangabe aus dem Altertum und eine Begriffsbestimmung wird überhaupt nicht gegeben.

Wenn es sich um die Feststellung der Lebensdauer eines einzelnen Menschen handelt, ist ja in der Tat eine besondere Begriffsbestimmung kaum nötig, denn die Unsicherheiten in der Feststellung des Augenblicks, in dem die nervösen Zentren der Medulla oblongata so geschädigt sind, daß sie ihre Tätigkeit dauernd einstellen, beträgt doch nur Minuten oder Viertelstunden. Wenn man aber von der Lebensdauer des Menschen oder einer Tierart spricht, so meint man damit eine Eigenschaft, die für die Art kennzeichnend ist — ebenso wie irgend eine andere morphologische oder physiologische Eigenschaft — und die aus den Eigenschaften der einzelnen Individuen erst abgeleitet werden muß.

Ebenso geläufig wie die Vorstellung, daß die Lebensdauer des Menschen 70 bis 80 Jahre beträgt, ist uns die andere, daß in jedem Lebensalter Menschen sterben, im zarten Säuglingsalter ebenso wie in der Pubertät und auf der Höhe der Mannesjahre. Wenn wir aber von der zeitlichen Begrenzung des Lebens sprechen, so denken wir nicht an diese Todesfälle, sondern nur an die der Greise, und es ist ja auch klar,

welcher Grundgedanke in dieser Art der Einstellung liegt: Wir betrachten die Todesfälle in jungen Jahren (mehr oder minder bewußt) als vermeidbar oder als bedingt durch vielleicht unvermeidbare aber äußere Einflüsse, jedenfalls als mehr oder weniger zufällig, während wir in dem Sterben der Greise eine innere Notwendigkeit erblicken. Sobald man solche unausgesprochenen stillen Voraussetzungen scharf formuliert, ergeben sich sogleich Schwierigkeiten: wo fangen die Todesfälle aus inneren Bedingungen an? Gibt es überhaupt eine Grenze zwischen äußerlich und innerlich bedingten Todesfällen, eine Grenze, die man durch eine Jahreszahl festlegen kann?

Um diese Fragen beantworten zu können, müssen wir uns zunächst einmal ansehen, wie das Absterben des Menschen denn tatsächlich erfolgt. Die moderne Statistik gibt uns darüber Material an die Hand, das sich auf die Erfahrungen an Hunderten von Millionen Menschen stützt. Die Daten sind in Überlebens- oder Absterbeordnungen angeordnet und geben ein klares Bild davon, wie die Reihen der Lebenden dauernd gelichtet werden. In der Überlebens- oder Absterbetabelle wird eine Zahl (100 oder 100 000) Geborene durch die Jahre verfolgt und es wird angegeben, wie viele von ihnen nach einem Jahr, nach 2 Jahren, nach n Jahren noch vorhanden sind. Die Überlebens- oder Absterbetabellen sehen nun alle einander grundsätzlich sehr ähnlich insofern, als überall die Zahl der Überlebenden in den ersten Lebensjahren sich rasch vermindert, alsdann ein Zeitraum folgt, so etwa von 15 bis 20 Jahren, in dem nur wenige im Jahr sterben, die Zahl der Überlebenden also sehr langsam abnimmt und dann vom 20. Jahre an die Sterblichkeit dauernd zunimmt, so daß die Zahl derer, die überleben, immer rascher verkleinert wird. Auch noch insofern sind die Überlebens- oder Absterbetabellen einander sehr ähnlich, als nirgends ein Knick in der Kurve zu sehen ist: ganz stetig nimmt die Sterblichkeit zuerst ab und nach dem Durchgang durch das Minimum wieder zu.

Wie kann man aus einer solchen Kurve etwas ableiten, was man als „Lebensdauer“ bezeichnen könnte? Rein statistisch hat das natürlich keine Schwierigkeit. Ohne weiteres scharf definieren und eindeutig feststellen kann man die mittlere Lebensdauer, und zwar für jedes Lebensalter.

Die mittlere Lebensdauer beträgt für einen lebendgeborenen Knaben in Deutschland 35,58 Jahre, für einen 20-jährigen 38,45 Jahre, für einen 60-jährigen 12,11 Jahre. Kann man mit diesem Wert biologisch irgend etwas anfangen? Ganz gewiß nicht. Durch die Mittelwertbildung haben wir eine Zahl gewonnen, der biologisch gar keine Bedeutung zukommt.

Es erhebt sich hier die Frage, wie es überhaupt möglich ist, das Einheitliche, Gemeinsame in dem Absterben einer großen Zahl von Individuen anzugeben, deren Absterben sich auf einige

¹⁾ Die ausführliche Publikation über diesen Gegenstand erfolgt in der Zeitschrift für allgemeine Physiologie 1920.

Zeit in der Weise verteilt, daß immerwährend eine gewisse Zahl abstirbt.

Diese grundsätzliche methodische Frage ist in der Lehre von der Desinfektion erörtert und theoretisch gelöst worden, und ein Blick auf diese Lösung wird uns auch den Weg zeigen, auf dem wir zu einer scharfen Begriffsbildung in der Frage der zeitlichen Begrenzung des menschlichen Lebens gelangen können. Wenn man eine große Zahl gleichartiger Bakterien in eine Gifflösung bestimmter Konzentration einbringt, so werden die Keime nicht etwa alle annähernd gleichzeitig abgetötet, sondern wir bekommen eine Absterbekurve, die sich über lange Zeit hinzieht. Die genauere Untersuchung lehrt, daß diese Kurve dadurch gekennzeichnet ist, daß immer in einem bestimmten Zeitraum ein gewisser, gleichbleibender Prozentsatz der noch vorhandenen Keime abstirbt. Welches ist die „Lebensdauer“ eines Bakteriums in einer solchen Gifflösung? Das ist rein eine Frage der Wahrscheinlichkeit, sie kann sehr kurz, sie kann sehr lang sein. Eine bestimmte Anzahl von Minuten dafür anzugeben hat nur einen sehr geringen Wert. Man kann nur angeben, in welcher Zeit die Anzahl der Keime immer auf die Hälfte verkleinert wird und diese „Halbwertszeit“ nennt man auch die wahrscheinliche Lebensdauer. Ganz eindeutig wird aber der Verlauf des Absterbens durch eine Zahl gekennzeichnet, die man die Absterbekonstante oder den Vernichtungsfaktor nennen kann. Die Begriffsbestimmung dieser Zahl geht ganz einfach aus der Gleichung der Absterbekurve hervor. Die Zahl der Keime, die in jedem Augenblick noch überleben, nennen wir y und können sie berechnen aus der Gleichung

$$y = A e^{-kt}.$$

Hier bedeutet A die Anzahl der Keime bei Beginn des Versuchs, d. h. wenn die Zeit $t = 0$ ist, und k ist der Vernichtungsfaktor, durch den die schädigende, abtötende Wirkung des Giftes völlig erschöpfend und eindeutig gekennzeichnet ist.

Wir haben es in diesem Falle mit gleichartigen Bakterien zu tun, deren Widerstandsfähigkeit sich während der vergleichsweise kurzen Zeit des Vergiftungsversuches nicht ändert und daher bekommen wir eine so einfache Beziehung der Zahl der Überlebenden zur Einwirkungszeit der Schädigung.

Die Schädlichkeiten, die auf den Menschen dauernd einwirken, führen in langen Zeiträumen zum Absterben, und während dieser Zeit darf die Widerstandsfähigkeit des Menschen gegen die Schädigungen nicht als konstant betrachtet werden, sie nimmt vielmehr mit der Zeit ab; diese Abnahme der Widerstandsfähigkeit ist gerade das, was wir „Altern“ nennen.

Wie würde eine Absterbeordnung aussehen, bei der auf die Organismen eine konstante Schädigung einwirkt, während gleichzeitig die Widerstandsfähigkeit abnimmt?

Auf alle Fälle wird die Zeit, innerhalb deren die Hälfte der noch lebenden Organismen vernichtet wird, nicht mehr konstant sein können, sondern wird immer kürzer werden, je stärker die Organismen schon „gealtert“ sind. Mathematisch bedeutet das, daß der Vernichtungsfaktor noch mit einer Zahl multipliziert werden muß, die größer als 1,0 ist. Es liegt nahe, dem Ausdruck, der diese Zahl darstellt, die Form zu geben $e^{k't}$, wo t wieder die Zeit und k' den „Alternsfaktor“ bedeutet, d. h. ein Maß für die Geschwindigkeit, mit der sich die Widerstandsfähigkeit des Organismus mit der Zeit ändert. Die Gleichung, durch die wir versuchen könnten eine Absterbeordnung darzustellen, bei der die Widerstandsfähigkeit der Organismen als Funktion der Zeit abnimmt, würde also lauten:

$$y = A \cdot e^{-kte^{k't}}.$$

Läßt sich in der Tat die Absterbeordnung des Menschen durch eine solche Gleichung darstellen, so können wir sagen: die Reihen der Lebenden werden durch den Tod in einer Weise gelichtet, als ob dauernd eine konstante Schädigung einwirkte, während die Widerstandsfähigkeit gegen diese Schädigung stetig mit dem Alter abnimmt. Wir hätten ferner einen zahlenmäßigen Ausdruck für die Größe der Schädlichkeiten gewonnen in dem Vernichtungsfaktor k und einen zahlenmäßigen Ausdruck für das Altern in dem Alternsfaktor k' .

Das Beobachtungsmaterial, das mit dieser Gleichung berechnet werden soll, ist recht reichhaltig. Zunächst gilt es, eine der modernen Überlebensstafeln für Mitteleuropa durch die Rechnung darzustellen.

Dabei ergibt sich eine Schwierigkeit, wenn man das Absterben einer bestimmten Anzahl Geborener von der Geburt an verfolgen will. Die Sterblichkeitsverhältnisse in den ersten Lebensjahren sind so besonderer Art, daß sie einer gesonderten Betrachtung bedürfen. Eine solche würde uns hier aber vom Wege ablenken, denn für das Problem der zeitlichen Begrenzung des Lebens aus inneren Bedingungen dürfte sie nur mittelbar von Bedeutung sein. Wir wollen also im folgenden die Kinderjahre beiseite lassen und die Absterbeordnung erst vom 20. Lebensjahre an betrachten. Bei allen bekannten Absterbeordnungen liegt um diese Zeit etwa das Minimum der Sterblichkeit. Für unsere Betrachtung nehmen wir die Widerstandsfähigkeit, bei der die Sterblichkeit minimal ist, also die im 20. Lebensjahr als Einheit. Die Zeit t bedeutet nun nicht mehr das Alter, sondern die Zeit, die seit dem 20. Jahr verflossen ist, das Alter ist also $= t + 20$.

Wie befriedigend sich eine beobachtete Absterbeordnung durch die theoretisch abgeleitete Formel darstellen läßt, mag zunächst das Beispiel der Überlebensstafel der deutschen Männer von 1871—1881 zeigen (s. Fig. 1). Die Zahl der Überlebenden bei 20 Jahren setzen wir gleich 100.

Deutschland 1871—1881

Alter in Jahren	Überlebende	
	beobachtet	berechnet
20	100	100
30	92	93,5
40	82,5	80,5
50	69,6	66,2
60	52,6	46,1
70	29,9	25,7
80	8,5	10,0
90	0,56 ¹⁾	2,29
100	0,0034 ²⁾	0,24

Der Berechnung ist die Gleichung

$$y = e^{-0,005t} e^{0,034t}$$

zugrunde gelegt. In ihr bedeutet $k = 0,005$ den Vernichtungsfaktor und $k' = 0,034$ den Alternsfaktor. Würde sich die Widerstandsfähigkeit gegen die äußeren Schädigungen nicht ändern, so würde die Zeit, in der die Hälfte der Lebenden

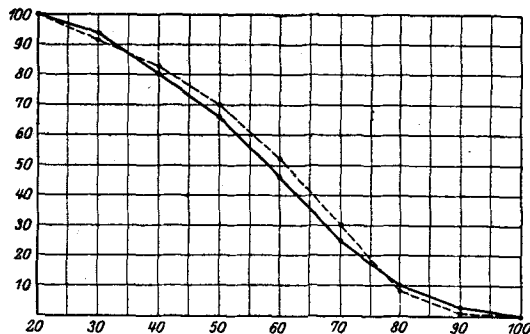


Fig. 1. Absterbeordnung vom 20. Lebensjahr an für Deutschland 1871—1881 (Männer).

--- beobachtete Werte.
— berechnete Werte.

Berechnung nach der Gleichung $y = 100 e^{-0,005t} e^{0,034t}$.

abstirbt, konstant sein und in unserem Falle 140 Jahre betragen. Es würden dann in jedem Jahr nur etwa 0,5 % der Lebenden sterben, so wie es jetzt bei den 20-jährigen der Fall ist. Infolge des Alterns verläuft das Absterben ganz anders. Beobachtung und Rechnung stimmen nur für die Jahresklassen der 90- und 100-jährigen nicht gut überein, doch haben die Abweichungen geringe Bedeutung. Die Häufigkeit der 90-jährigen z. B. ist in Norwegen so hoch, wie sie nach der Rechnung sein sollte, und bei den Hundertjährigen handelt es sich bei den Beobachtungen schon nicht mehr um große Zahlen. Die Absterbeordnungen der europäischen Staaten sind im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts einander alle so ähnlich, daß die angegebene Gleichung sie alle etwa gleich gut wiedergibt.

Wir haben aber auch Überlebensstafeln aus Zeiten, die viel ungünstiger waren, und ihre Durchrechnung lehrt etwas sehr Bemerkenswertes: Greifen wir die ältesten gut fundierten

Absterbeordnungen heraus, die aus den Leibrentenbeobachtungen in Holland von 1586—1670 aufgestellt sind, so lassen sie sich in 2 Gruppen teilen, in Perioden, die besonders ungünstig waren, da nachweislich Pest, Flecktyphus und Pocken in ihnen besonders stark herrschten, und in solche, die weniger ungünstig waren. Beide Absterbeordnungen lassen sich sehr gut nach unserer Gleichung berechnen und wir erhalten: in den ungünstigen Perioden $k = 0,016$; $k' = 0,02$ in den übrigen Perioden $k = 0,010$; $k' = 0,025$. Die Schädlichkeiten waren in den relativ günstigen Perioden noch doppelt so hoch wie jetzt bei uns, in den ungünstigen mehr als dreimal so hoch. Was aber bedeutet es, daß gleichzeitig die Alternsfaktoren erheblich kleiner sind als heute? Waren jene Leute spezifisch langlebiger? Diese Annahme ist nicht berechtigt. Wir müssen bedenken, daß wir nur die Absterbeordnung vom 20. Lebensjahr an betrachtet haben. In dieses Lebensalter treten die Menschen schon gesiebt durch die Sterblichkeit der jungen Jahre ein, und diese Siebung ist um so stärker, je größer die Kindersterblichkeit ist.

Da nun die Alternsfaktoren der Menschen sicher ebenso wie jede andere zahlenmäßig erfassbare Eigenschaft um einen Mittelwert verteilt liegen, kann im 20. Lebensjahr der mittlere Alternsfaktor ein anderer sein als bei der Geburt, da wohl gerade die Kinder am stärksten ausgemerzt sind, die den höchsten Alternsfaktor hatten. Zu den Absterbeordnungen mit großem Vernichtungsfaktor gehören aber auch hohe Kindersterblichkeiten, so daß wir, wenn wir unsere Betrachtung erst bei den 20-jährigen beginnen, schon ein verschieden stark ausgewähltes Material vor uns haben.

Die Kenntnis dieser Beziehung der Größe des Alternsfaktors zur Größe des Vernichtungsfaktors ist wichtig, da man sonst leicht versucht sein könnte, Rassenunterschiede da zu vermuten, wo es sich nur um die Wirkung starker Schädigungen handelt.

Es ist bekannt, daß die Eskimos nicht alt werden, nur etwa 2 % der Männer überschreiten das 60. Jahr. Bedeutet das, daß die Eskimos eine kurzlebige Rasse sind? Die Analyse der Absterbeordnung, von denen wir zwei besitzen, belehrt uns eines Besseren.

Für sie ist von 1860—1870: $k = 0,023$; $k' = 0,019$
von 1880—1890: $k = 0,020$; $k' = 0,020$

(wie gut bei Benutzung dieser Konstanten die Beobachtungen durch die Rechnung wiedergegeben werden, zeigt Fig. 2); d. h. die äußeren Schädigungen sind 4,0- bzw. 4,6-mal so groß wie bei uns, der Alternsfaktor ist absolut kleiner, muß aber, wenn wir ihn mit den Erfahrungen aus dem 17. Jahrhundert zusammenhalten, als genau dem Vernichtungsfaktor der Europäer entsprechend angesehen werden. Ähnlich liegen die Verhältnisse für Indien. Die folgende Zusammenstellung ruht auf den Beob-

¹⁾ In Norwegen 2,595.

²⁾ In Norwegen 0,046.

achtungen von 1881—1891. Die Berechnung ist erfolgt nach der Gleichung

$$y = 100 e^{-0,012 t} e^{0,025 t}$$

Indien 1881—1891

Überlebende

Alter in Jahren	beobachtet	berechnet
20	100	100
25	93,8	93,8
35	76,4	76,2
45	57,4	57,2
55	38,2	38,5
65	20,5	19,0
75	7,05	7,41
85	0,88	1,97

Der Vernichtungsfaktor ist also 2,4-mal so groß wie jetzt in Deutschland, und der Alterns-

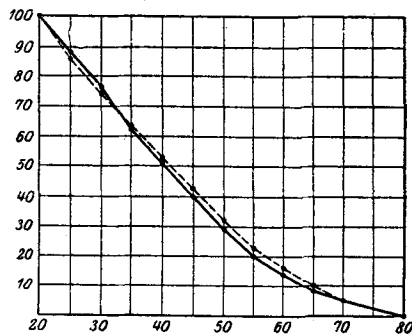


Fig. 2. Absterbeordnung für Grönland (Eskimos) aus den Jahren 1860—1870 (Männer).

----- beobachtete Werte.
———— berechnete Werte.

Berechnung nach der Gleichung: $y = 100 e^{-0,023 t} e^{0,019 t}$.

faktor entspricht fast genau der Höhe dieses Vernichtungsfaktors, wie aus dem Vergleich mit den günstigeren Perioden des 17. Jahrhunderts in Holland hervorgeht. Es läßt sich also auch hier nicht feststellen, daß die Inder aus inneren Gründen rascher alternen als wir, und die Tatsache, daß sich die moderne Absterbeordnung Japans von denen europäischer Staaten nicht unterscheidet, zeigt, daß auch den Mongolen kein anderer Alternsfaktor zukommt als uns.

Die Frage, wie es möglich ist, das Gemeinsame im Absterben einer großen Zahl von Individuen herauszuheben, die unter der Wirkung äußerer Schädlichkeiten bei abnehmender Widerstandskraft dahinsterven: diese Frage ist jetzt gelöst. Nicht die Angabe irgend einer Zahl von Jahren kann die gestellte Aufgabe lösen, sondern die Angabe zweier Zeitfaktoren, des Zeitfaktors der Schädigungen und des Zeitfaktors der Abnahme der Widerstandsfähigkeit. Wir können für jedes Lebensalter angeben, wie viele Prozente von den Todesfällen, die in ihm vorkommen, auf Rechnung des Alterns zu setzen sind und wie viele auch dann vorkommen würden, wenn die Widerstandsfähigkeit unverändert dieselbe bliebe, wie mit

20 Jahren. Diese letzteren Todesfälle wollen wir als durch die Schädigungen bedingt hinstellen, oder korrekter durch das Verhältnis der Widerstandsfähigkeit 1,0 zu den Schädigungen. Wie die folgende Zusammenstellung zeigt, ist schon zwischen 30 und 40 Jahren die Zahl der Todesfälle, die auf Rechnung des Alterns kommen, etwas größer als die Zahl der Todesfälle, die auch ohne Altern, ohne Abnahme der Widerstandsfähigkeit zu erwarten wären.

im Alter von Jahren	Es entfallen Todesfälle	
	auf Wirkung der Schädigungen bei unveränderter Widerstandsfähigkeit	auf Wirkung der verminderten Widerstandsfähigkeit, d. h. auf das „Altern“.
20—30	62,5 %	37,5 %
30—40	48,5 %	51,5 %
40—50	32,0 %	68,0 %
50—60	20,5 %	79,5 %
60—70	11,6 %	88,4 %
70—80	7,0 %	93,0 %
80—90	0,5 %	99,5 %

Bei dieser Art der Betrachtung sehen wir also eine schon im jugendlichen Lebensalter einsetzende Verminderung der Widerstandsfähigkeit als das wesentliche Moment der zeitlichen Begrenzung des individuellen Lebens. Mit dem Begriff der Lebensdauer können wir biologisch gar nichts anfangen, da diese Größe, mag man sie definieren wie man will, stets von den äußeren Lebensbedingungen beeinflusst wird, während die allgemein-physiologische Frage die ist, in welcher Weise die Widerstandsfähigkeit des Organismus gegenüber schädigenden Einwirkungen sich mit der Zeit vermindert. Die Antwort auf diese Frage gibt die Gleichung, nach der wir die Überlebenstafel berechnet haben. Der Alternsfaktor k' sagt alles das, was allgemein-physiologisch über die Begrenzung des Lebens durch das Altern zu sagen ist, und sagt mehr, als der verschwommene Begriff der Lebensdauer, der in der Biologie ohne besondere Definition gebraucht wird. Von diesem Standpunkte aus gewinnt nun auch die Frage nach der Lebensdauer der Tiere und nach allgemeinen Gesetzmäßigkeiten, die diese Lebensdauern regeln mögen, ein neues Gesicht.

Statt der kasuistischen Angaben über die Dauer des Lebens einzelner Exemplare verschiedener Tierarten brauchen wir Absterbeordnungen der Tiere; und statt zu versuchen, irgend etwas Gemeinsames in den „Lebensdauern“ verschiedener Tierarten zu finden, sollten die Alternsfaktoren auf ihre Abhängigkeit von inneren oder äußeren Bedingungen geprüft werden.

Was die erste Forderung anlangt, so können einige Erfahrungen der Seefischerei als vorläufiges Material gelten, aus dem man unter bestimmten wahrscheinlichen Voraussetzungen Überlebenstafeln erhalten kann. Bei der Scholle hat sich dabei überhaupt kein Einfluß des Al-

terns merkbar gemacht. Die Verminderung des Bestandes der einzelnen Jahrgänge erfolgt gerade so, wie das Absterben der Bakterien in einer Giftlösung, d. h. es wird bei den Schollen jährlich ein gewisser stets gleicher Prozentsatz der Lebenden vernichtet. Beim Hering dagegen macht sich die Wirkung des Alterns in der relativ schwächeren Besetzung der älteren Jahrgänge deutlich bemerkbar.

Was die zweite Frage anlangt, ob es möglich ist, Gesetze über die Größe der Altersfaktoren verschiedener Tiere aufzustellen, so ist darüber nichts bekannt. Daß aber der Versuch *Rubners*, etwas Einheitliches in der Lebensdauer der Säugetiere zu finden, auch abgesehen von der ungenügenden empirischen Begründung, methodisch verfehlt ist, bedarf nach den vorstehenden Ausführungen wohl keiner besonderen Begründung mehr.

Aus der Analyse der Überlebensstafel des Menschen geht hervor, daß das Sterben in jedem Lebensalter (vom 20. Jahre an) aufzufassen ist als das Resultat der Wirkungen von äußeren Schädigungen, die für alle Lebensalter im Mittel gleich sind, und auf einen Organismus einwirken, dessen Widerstandsfähigkeit gegen diese Schädigungen vom 20. Lebensjahr an stetig abnimmt.

Das „Altern“, die Abnahme der Widerstandsfähigkeit, macht sich schon im jugendlichen Alter, schon zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr deutlich geltend. In den Jahren, die wir als die Höhe der Mannesjahre bezeichnen, ist der Organismus schon erheblich „gealtert“, und stetig schreitet diese Veränderung fort bis zum höchsten Greisenalter hin.

Diese Art der Auffassung, die auf den ersten Blick befremdlich erscheint, findet in Erfahrungen der pathologischen Anatomie eine gute Stütze. Wie *Ribbert* (1908) ausgeführt hat, sind die beiden Organe, deren Versagen am häufigsten den Tod herbeiführt, das Herz und das Gehirn, ja für den „physiologischen Tod“ schränkt *Ribbert* diesen Satz noch ein und sagt: „Der natürliche Tod ist ein Gehirntod.“ An diesen beiden Organen, deren Versagen das Leben zu begrenzen pflegt, lassen sich sehr ausgesprochene Altersveränderungen nachweisen, die in der Anhäufung von Pigmentkörnchen bestehen. Und diese Veränderungen beginnen nicht erst im Greisenalter, sondern schon in den ersten Lebensjahren (Ganglienzellen des Gehirns) bzw. im höheren Kindesalter (Herzmuskel) und nehmen mit der Zeit immer mehr zu. Auch die Stützsubstanzen des Körpers, d. h. also Bindegewebe, Neuroglia, Grundsubstanz des Knorpels und Knochens und nicht minder die Gefäßwände erleiden schon in mittleren Lebensjahren Veränderungen ihrer physikalischen Beschaffenheit, die wir als Altersveränderungen ansehen müssen.

So zeigt auch die Anatomie keine irgendwie erkennbare Grenze, bei der das Altern beginnt,

sondern eine stetige Abnahme der Wertigkeit der Bausteine des Körpers, genau wie die theoretische Analyse der Absterbeordnung es fordert.

Literatur.

1901. *H. Westergaard*, Die Lehre von der Mortalität und Morbilität, 2. Aufl., Jena, G. Fischer.
1908. *H. Ribbert*, Der Tod aus Altersschwäche, Bonn 1908.
1908. *Rubner*, Sitz.-Ber. d. Akad. Wiss. Berlin.
1911. *A. Pütter*, Vergleichende Physiologie, Jena, G. Fischer.
1917. *E. Korschelt*, Lebensdauer Altern und Tod, Jena, G. Fischer.

Besprechungen.

Hansen, Adolph, Goethes Morphologie. (Metamorphose der Pflanzen und Osteologie.) Ein Beitrag zum sachlichen und philosophischen Verständnis und zur Kritik der morphologischen Begriffsbildung. Gießen, Alfred Töpelmaan, 1919. 8°. IV, 200 S. Preis M. 10,—.

Im Jahre 1907 veröffentlichte der Gießener Botaniker *Adolph Hansen* ein umfassendes Werk über *Goethes* Metamorphose der Pflanzen mit einem Atlas von 28 Tafeln. Merkwürdigerweise hat diese bedeutungsvolle Arbeit in einer der neuesten Darstellungen der botanischen Morphologie, die *W. Benecke* zum Verfasser hat und in *Hinnebergs* Sammelwerk „Kultur der Gegenwart“ erschien, nicht die geringste Beachtung gefunden, und *Hansen* sieht sich deshalb veranlaßt, in vorliegendem Buche die Ergebnisse seiner Forschungen nochmals zusammenzufassen. Zugleich wurde ihm die Beschäftigung mit *Goethes* osteologischen Arbeiten durch *Kohlbrugges* Schrift über „Goethe als Naturforscher“ aufgedrängt. Sein Buch gliedert sich demgemäß in zwei Hauptteile, von denen der erste die Metamorphosenlehre, der zweite *Goethes* Osteologie und Naturforschung im allgemeinen behandelt, wozu dann noch umfangreiche historische und kritische Zusätze kommen.

Was zunächst die Metamorphosenlehre betrifft, so teilt Verfasser deren Kritiker in 4 Gruppen ein: 1. solche, die wie *Kohlbrugge* die Hypothese *Goethes* überhaupt für unwissenschaftlich oder wertlos halten; 2. solche, die wie *Chamberlain* die Priorität des Gedankens *Linné* zuweisen wollen; 3. solche, die diese Priorität *C. F. Wolff* zuschieben, wie z. B. *Schleiden*, und 4. solche, die, wie *Elisabeth Rotten*, *Goethes* Gedanken zwar für wissenschaftlich und berechtigt halten, ihn aber ganz auf das Gebiet philosophischer Spekulation im Sinne *Platos* verlegen möchten.

Verfasser ist davon überzeugt, daß die Metamorphosenlehre in ziemlich unveränderter Weise, wie sie von *Goethe* ausgesprochen wurde, in der heutigen Botanik Geltung besitzt und daß weder *Wolff* noch *Linné* die Priorität gebührt. *Goethe* erklärte die Formen durch Wechsel von Zuständen desselben Organs, *Wolff* durch völlige Vertretung eines Organs durch ein anderes. Bei *Linné* wird der Ausdruck „Metamorphose“ in einem ganz anderen Sinne gebraucht wie bei *Goethe*. Jener verglich die Pflanzenorgane mit tierischen, dieser verglich sie von vornherein untereinander und erkannte dadurch den wahren, d. h. genetischen Zusammenhang zwischen Vegetationsorganen und Blüten teilen. Dabei nahm er, wie *Hansen* gegenüber *Sachs* und seinen Anhängern hervorhebt, die wirkliche Umwandlung von Blattanlagen in Blütenteile und nicht nur ein ideales Grundorgan als das sich Verwandelnde