

P
T
F

4908

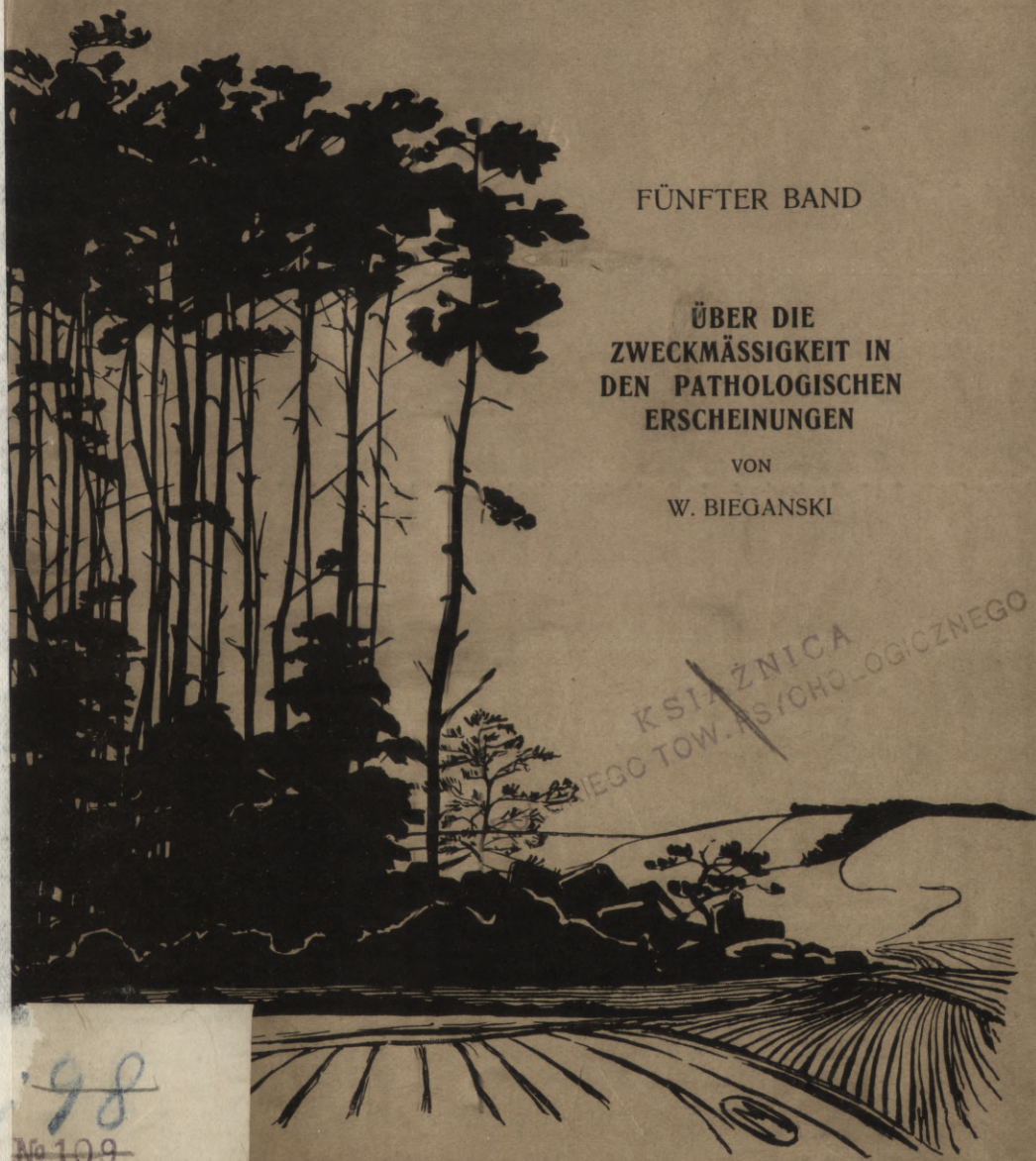
ABGEDRUCKT AUS OSTWALDS

ANNALEN
DER
NATURPHILOSOPHIE

FÜNFTER BAND

ÜBER DIE
ZWECKMÄSSIGKEIT IN
DEN PATHOLOGISCHEN
ERSCHEINUNGEN

VON
W. BIEGANSKI



KSIĄZNICA
MIEGOTO W. PSYCHOLOGICZNEGO

98
No 109

LAG VON VEIT & COMP. IN LEIPZIG
<http://rcin.org.pl>

Połączone Biblioteki WFIS UW, IFIS PAN i PTF

T.4908



2900490800000



nr. inw. 787

~~WARSZAWSKIE~~
~~TOWARZYSTWO~~ FILOZOFICZNE

Nr. inw. 787

H-115514

4908

Über die Zweckmäßigkeit in den pathologischen Erscheinungen.

Von

W. Bieganski.

I

Schon längst haben die Ärzte bemerkt, daß gewisse pathologische Erscheinungen für den kranken Organismus nützlich sind, daß gewisse Krankheiten ohne jede ärztliche Hilfe zurücktreten, und daß der Organismus in diesen Fällen sich selbst hilft, sich selbst heilt. Schon Hippokrates hob diese Tatsache sehr ausdrücklich hervor; als ein sehr scharfer Beobachter mußte er bemerken, daß solche pathologische Erscheinungen, wie Durchfall, Erbrechen, diffuser Schweiß, Eiterabgang und dergl., zuweilen auf den Krankheitsverlauf einen sehr günstigen Einfluß haben, aber andererseits konnte er nicht außer acht lassen, daß diese Erscheinungen für den Organismus nicht immer nützlich sind, daß in vielen Fällen ihre Anwesenheit die Krankheit nicht bekämpft und auf ihren weiteren Verlauf keinen günstigen Einfluß ausübt. Die hier beobachteten Unterschiede erklärt Hippokrates in seinen berühmten Aphorismen folgenderweise: „Wenn bei freiwillig entstandenen Durchfällen und bei solchem Erbrechen das, was ausgeleert werden soll, ausgeleert wird, so hilft es und die Kranken ertragen es gut. Ist dem nicht so, so findet das Gegenteil statt. Ebenso verhält es sich mit der Entleerung der Gefäße; geschieht sie, wie sie geschehen soll, so ist sie nützlich und der Kranke erträgt sie gut, wo aber nicht, so erfolgt das Gegenteil.“

Die obige Erklärung können wir nur dann verstehen, wenn wir die theoretischen Grundlagen der Hippokratischen Lehre be-

rücksichtigen. Die Krankheiten entstehen, nach seiner Lehre,¹ entweder durch den Überschuß gewisser Säfte des Organismus oder durch ihre anormale Mischung. Im Organismus gibt es solcher Säfte vier: Schleim, Galle, Blut und Wasser,² sie bilden sich aus der Nahrung und sammeln sich: der Schleim im Gehirn, die Galle in der Leber, das Blut im Herzen und das Wasser in der Milz. Wenn durch Mißbrauch gewisser Speisen und Getränke sich ein Überschuß irgendwelchen Saftes bildet, oder wenn in den genannten Organen deren anormale Mischung stattfindet, d. h., wenn die Galle mit Blut oder das Wasser mit Schleim sich mischt, dann entsteht die Krankheit, welche so lange dauert, bis der Überschuß oder der anormale Bestandteil des Saftes aus dem Organismus ausgeschieden wird. Die Ausscheidung geschieht durch die natürlichen Körperöffnungen (die Nase, den Mund, den After und den Harnkanal). Der verdorbene Saft oder sein Überschuß kann erst dann ausgeschieden werden, wenn er im Organismus einer gewissen Änderung, einer gewissen Verdauung unterliegt, was durch das Fieber bewerkstelligt wird. Daher kommt der berühmte Ausdruck des Hippokrates, daß das Fieber durch Feuer den Organismus reinigt. Also, wenn der Überschuß des Saftes oder seine verdorbene Mischung mittelst des Fiebers entsprechend verdaut und aus dem Organismus ausgeschieden wird, so tritt die Krankheit zurück und der Kranke erholt sich, im entgegengesetzten Falle stirbt der Kranke. Gleichfalls verwandelt sich das verdorbene Blut durch den Kochungsprozeß in Eiter und verläßt erst in dieser Gestalt den Organismus.

Die Verdauung der Säfte und deren Ausscheidung bewerkstelligt der Organismus selbst, die Natur (φύσις). „Die Natur, sagt Hippokrates, ist der Arzt in Krankheiten . . . Die Natur tut, ohne Unterricht genossen zu haben, ohne durch Studien geleitet zu werden, das, was nützlich ist.“³ Was die Art und den Charakter jener Natur betrifft, darüber gibt uns Hippokrates keine Erklärung; jedoch aus seiner ganzen Lehre folgt, daß wir

¹ Hippokrates, *περὶ νοσῶν βιβλίον τέταρτον* (de morbis liber quartus). Deutsche Übersetzung von Grimm aus dem Jahre 1838, 2. Band, S. 162 u. ff.

² In einer anderen Arbeit von Hippokrates, *περὶ φύσεως ἀνθρώπου* (de natura hominis) finden wir auch eine andere Zusammensetzung der Säfte, namentlich: Blut, Schleim, gelbe und schwarze Galle.

³ *περὶ ἐπιδημιῶν τό ἕκτον* (de morbis vulgaribus liber sextus) V. 1 und 2. Deutsche Übersetzung von Grimm. I. Band, S. 285.

unter diesem Namen den ganzen lebenden Organismus und alle in ihm wirkenden Kräfte verstehen müssen. Die Heilwirkung der Natur reicht nicht immer aus, in vielen Fällen ist sie nicht imstande, das zu verdauen und auszuschcheiden, was ausgeschieden werden soll. Es kommt solches dann vor, wenn die Säftedyskrasie sehr groß ist und sich durch unentsprechendes Verhalten der Kranken (hauptsächlich durch unvorsichtige Diät) fortdauernd vergrößert, oder wenn die Natur schwach ist und keine genügende Heilkraft besitzt. Hier eröffnet sich also ein weites Feld zur ärztlichen Behandlung, welche der Natur dadurch helfen soll, daß sie die Ausscheidungsfunktion unterstützt und darauf durch Anwendung einer entsprechenden Diät die vorhandene Dyskrasie vermindert.

Abgesehen von der Theorie der Hippokratischen Lehre, welche übrigens für jene Zeiten, da es an anatomischen und physiologischen Kenntnissen gebrach, ohne Zweifel gut überdacht war, müssen wir anerkennen, daß dieser berühmte Arzt sehr gut begriff, daß sich der lebende Organismus in bezug auf Krankheitsstörungen nicht passiv verhält, sondern durch eine ganze Reihe für seine Existenz nützlicher und damit zweckmäßiger Regulationserscheinungen dieselben auszugleichen sich bemüht. Wir müssen es Hippokrates gleichfalls zum Verdienst anrechnen, daß er auf dem Standpunkte der strengen Beobachtung blieb, daß er bei der Feststellung der Tatsache einer Selbstheilung sich nicht von der Phantasie hinreißen ließ, und daß er mit deren Erklärung sich nicht beeilte. Wir finden in seiner Lehre keinen Versuch, jene Heilkraft der Natur zu erklären.

Solche Erklärung gaben erst die Nachfolger des Hippokrates, welche unter dem Einflusse der damaligen griechischen Philosophie den Begriff des Lebensgeistes ($\piνεϋμα$, Spiritus) als einer zweckmäßig wirkenden Kraft in die Physiologie und Pathologie einführten. Diese Kraft schafft den Organismus aus der Materie, gibt ihm die entsprechende Form, regelt seine Tätigkeiten, bemüht sich im Falle der Krankheit die vorhandenen Störungen auszugleichen und übt somit die Heilwirkung aus. Petersen¹ meint, daß auf solche Ausgestaltung der physiologischen und pathologischen Begriffe die Philosophie von Plato den größten Einfluß hatte. Nach meiner Meinung ist diese Anschauung jedoch nicht wahr; die idealistische Philosophie von Plato mit

¹ Petersen, Hauptmomente in der geschichtlichen Entwicklung der medizinischen Therapie, 1875, Kap. IV.

ihren poetischen Phantasmen konnte niemals einen großen Einfluß auf die wissenschaftlichen Begriffe üben, weil sie zu weit von der Wirklichkeit entfernt ist, um zur Grundlage der wissenschaftlichen Theorien zu werden. Also nicht Plato, sondern Aristoteles war der eigentliche Schöpfer dieser Theorie, und wenn wir in ihr einige Gedanken finden, welche an Platonische philosophische Anschauungen erinnern, so dürfen wir nicht vergessen, daß Aristoteles sein Schüler war und von ihm gewisse Grundideen übernahm, welche er später auf eigene Art umgestaltete. —

Und in der Tat entspricht der Begriff der Seele bei Aristoteles ganz genau den Lebensgeistern der Nachfolger des Hippokrates, mit dem Unterschiede nur, daß der große griechische Philosoph die Seele mehr metaphysisch auffaßte. Aristoteles erachtete die Seele als einen Faktor des Werdens für jedes lebende Wesen. Er unterschied streng zwei Faktoren: eine passive Materie und eine aktive Form; die Materie (ύλη) ist das, woraus etwas wird und wozu es sich wieder verwandelt, die Form (ειδος) dagegen ist ein schöpferischer Faktor, welcher jedes Ding schafft und ihm eine Gestalt gibt. Die Seele ist also eine Form der organisierten Wesen, ist ein Gattungstypus, nach welchem diese Wesen entstehen und sich organisieren. Es gibt eigentlich so viel Seelen, als Gattungstypen der belebten Wesen. In bezug auf gewisse allgemeine Formeigenschaften und auf verschiedene Arten der Lebensfunktionen lassen sich jedoch alle Seelen auf drei Hauptarten zurückführen: 1. die vegetative Seele, welche wir bei Pflanzen finden, 2. die fühlende bei Tieren und 3. die denkende bei Menschen. In jeder höheren Art ist gewissermaßen eine niedere enthalten: bei den Tieren finden wir also eine vegetative und fühlende Seele, bei den Menschen jedoch alle drei Seelenarten. Die Seele ist nach Aristoteles das Wesen des Lebens, ist der Zweck der lebenden Organismen, ist gewissermaßen die Lebenskraft, welche mit dem Tode zu wirken aufhört und welche nur die Eltern den Nachkommen überliefern. Nur die Gattung ist unsterblich, das Individuum aber mit seiner individuellen Seele stirbt. Aristoteles spricht überall von der Seele als von einem abstrakten Begriff, πνεύμα (Geist, eine Luftart), welches in den Arterien sich findet, ist nur Seelenträger.

Dieser abstrakte Begriff der Seele wurde von den Nachfolgern des Hippokrates materialisiert, in eine konkretere Form gefaßt. Erasistratos, ein Arzt in Alexandrien im dritten Jahrhundert

v. Chr.,¹ spricht von keiner Seele mehr, sondern von einem „Pneuma“ und versteht darunter eine flüchtige, luftähnliche, von außen durch die Lungen geschöpfte und in den Arterien kreisende Substanz. Er unterscheidet ausdrücklich dieselben Pneuma — Seelenarten, wie Aristoteles; namentlich finden wir bei ihm eine Erwähnung von „pneuma zooticon“ (der fühlenden Seele) und von „pneuma psychicon“ (der denkenden Seele), von welchen er die erstere in die Herzen, die zweite in die Gehirnhäute verlegt. Der Begriff des Pneuma wurde am meisten von den Ärzten aus der Schule der sogenannten Pneumatiker popularisiert, welche in Rom im ersten Jahrhunderte n. Chr. berühmt war.² Nach der Lehre des Athenaios, des Hauptrepräsentanten jener Schule dringt das Pneuma in den Organismus aus der Luft, wird aber zu dem eigentlichen Lebensgeiste erst dann, wenn es sich im Herzen mit der Wärme θερμὸν vereinigt. Es gibt drei Haupttätigkeiten des Lebensgeistes: 1. die Erhaltung des Lebens und die Verbindung des ganzen Organismus, 2. die Schöpfung der Organe und 3. das Fühlen und Denken. Diese letztere Tätigkeit versteht Athenaios unter dem allgemeinen Namen der Seele (ψυχή) und somit ist die eigentliche Seele eine der Tätigkeiten des Lebensgeistes. Galen (im zweiten Jahrhunderte n. Chr.) bewahrt im ganzen die Aristotelische Einteilung, doch anstatt des Namens „Seele“ braucht er immer den Namen „Pneuma“. Er spricht also von πνεῦμα ψυχικόν (spiritus animalis), welches seinen Sitz im Gehirn hat, von πνεῦμα ζωτικόν (spiritus vitalis) mit dem Sitz im Herzen und von πνεῦμα φυσικόν (spiritus naturalis) mit dem Sitz in der Leber.

Der Geistbegriff, welcher zur Erklärung der Heilvorgänge und biologischer Prozesse überhaupt eingeführt wurde, beförderte den Fortschritt der Wissenschaft nicht im geringsten. In der ganzen Epoche der griechischen Medizin nach Hippokrates finden wir fast gar keine neuen Errungenschaften auf dem Gebiete der genaueren Erkenntnis der Regulations- und Heilvorgänge im Organismus. Obgleich die Grundidee des Hippokrates, daß die Natur die Krankheiten heile, fast überall in der Theorie angenommen war (nur einzig die Schule der Methodiker schien es, obgleich sehr schüchtern, zu negieren), so wurden doch in der

¹ Zaremba, Die ärztliche Schule in Alexandrien, 1895 (polnisch).

² Robert Fuchs, Geschichte der Heilkunde bei den Griechen im Handbuch der Geschichte der Medizin von Neuburger und Pagel. I. Band.

Praxis die ärztlichen Handlungen und deren scheinbare Erfolge vor allem geschätzt; jede Möglichkeit einer unparteiischen Observation und Schätzung der Heilvorgänge im Organismus war damit beseitigt. Noch mehr, die Einführung der zielbewußt wirkenden Lebensgeister in die wissenschaftliche Erklärung der physiologischen und pathologischen Erscheinungen hat einigermaßen den Unterschied zwischen den Heilvorgängen, dem Organismus und den übrigen Krankheitssymptomen verwischt. Nach dieser Lehre konnte man jedes Symptom anders, jede pathologische Erscheinung als ein zweckmäßiges Streben zur Beseitigung der Krankheit auffassen. Also war schon in dieser ersten Erklärung der Fehler verborgen, welcher besonders später zu dem extremen Teleologismus in der Pathologie führte, was unzweifelhaft mit ursprünglichen Beobachtungen des Hippokrates im schroffen Widerspruch stand.

Die Lehre von den Geistern, welche das Leben leiten, blieb in der Medizin durch die ganze Epoche des Mittelalters bestehen und fand sogar in den ersten reformatorischen Versuchen der Pathologie von Paracelsus und van Helmont einen Widerhall. Die genannten Verfasser führten in die Lehre vom Leben den Begriff des sogenannten *Archaeus* ein, welcher dem Begriffe „*Pneuma*“ der griechischen Pathologen entsprach, nur mit dem Unterschiede, daß die Griechen unter diesem Namen einen einigermaßen materiellen, flüchtigen, ätherischen Urstoff begriffen, während Paracelsus und van Helmont sich den *Archaeus* als eine unmaterielle Person nach dem Vorbilde des christlichen Begriffs von der Seele vorstellten. Diese Analogie ist bei van Helmont um so mehr hervorstechend, als er zwei Arten von *Archaeen* unterschied, einen Haupt*archaeus*, den sogenannten *Archaeus influus*, welcher das Organ der unsterblichen Seele ist und den ganzen lebenden Organismus leitet, und eine ganze Reihe sogenannter *Archaei insiti*, welche die einzelnen Körperorgane regieren; sie erinnern an das „*pneuma zooticon*“ von Galen und Aristoteles. Nach dieser Theorie wirken die Krankheitsursachen nicht unmittelbar auf den Körper, auf den materiellen Organismus, sondern auf den *Archaeus*, indem sie ihn erregen oder einschüchtern; erst infolge der veränderten Stimmung des *Archaeus* entstehen die Veränderungen im materiellen Organismus. Ebenso heilt *Archaeus* nur die Krankheiten, indem er die Veränderungen, welche im Organismus vorkommen, beseitigt. Es folgte daraus eine

merkwürdige logische Inkonzistenz: ein und derselbe Faktor brachte die Krankheit hervor und bekämpfte sie zu gleicher Zeit. In dieser Hinsicht waren die Theorien der griechischen Pathologen konsequenter; sie lehrten, daß die Krankheitsursachen vornehmlich auf die Materie wirken und die Dyskrasie der Säfte hervorrufen, was ein Hindernis im Kreisen und Wirken der Geister sein sollte; die Lebensgeister bemühen sich also, die vorhandenen Veränderungen zu beseitigen, und daraus folgt ihre heilende Wirkung.

Die Theorien von Paracelsus und van Helmont steigerten die extreme teleologische Anschauung betreffs der Krankheitsvorgänge. Diese Erscheinung erreichte die höchste Entwicklung in dem sogenannten Animismus von Stahl, welcher als das Grundelement des Lebens die den ganzen Organismus zweckmäßig und vernünftig regierende Seele ansieht (*anima s. natura vitaliter et cum intelligentia agens*). Die Krankheit ist eigentlich „eine Summe der Bewegungen, welche die Seele für die Beseitigung der Krankheitsursache unternimmt“, folglich sind alle pathologischen Erscheinungen und somit auch alle Krankheitssymptome nur ein Ausdruck der heilenden Bemühungen des Organismus.¹ In dieser Richtung geht Stahl so weit, daß er sogar die Nierensteinkolik, die Fallsucht und allerlei Krämpfe als zweckmäßige Erscheinungen ansieht. Die Krämpfe z. B., welche oft vor dem Tode eintreten, sieht er als die letzten verzweifelten Bemühungen der Seele an, die Krankheit zu beseitigen und das Leben zu retten.

Zu solchen Schlüssen kamen im achzehnten Jahrhundert die theoretischen Forschungen der Pathologen, welche unzweifelhaft den Ausgangspunkt in der Hippokratischen Grundidee hatten, daß die Natur die Krankheiten heile. Diese Folgerungen des extremen Teleologismus wurden nicht von allen Ärzten anerkannt. In der Epoche des Wiedererwachens der Wissenschaften fing auch in der Physiologie und Medizin eine auf die empirische Methode gestützte Richtung hervorzutreten an, welche sogar im siebzehnten Jahrhundert in den wissenschaftlichen Untersuchungen die Oberhand behielt. Die empirische Methode beschränkte die wissenschaftlichen Untersuchungen nur auf die Erforschung der Kausalverbindungen, beseitigte hingegen alle Fragen über den

¹ Siehe Haeser, Geschichte der Medizin. 2. Band.

Zweck aus den wissenschaftlichen Problemen. Diese Richtung in der Anwendung auf die Pathologie schuf die damals berühmten Schulen der Jatrophysiker und Jatrochemiker, welche, indem sie den Grundsätzen der mechanischen Lebensauffassung und der empirischen Methode huldigten, die Probleme über die zweckmäßigen Erscheinungen aus der Pathologie ausschlossen. Das Fieber, die Entzündung und ähnliche pathologische Erscheinungen erklärte man durch chemische und mechanische Störungen, durch verstärkte Reibung des Blutes, durch Verlangsamung oder Aufhaltung des Kreislaufes oder endlich durch gewisse anormale Fermentationen. Man berührte die Frage über die heilende, zweckmäßige Bedeutung dieser Erscheinungen gar nicht, oder man beschäftigte sich damit nur nebenbei auf dem Gebiete der Therapie.

Zwischen diesen zwei extremen Anschauungen nahm Sydenham, ein englischer Arzt, aus der zweiten Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts, eine Mittelstellung ein. Als ein Gegner der pathologischen Theorien und Anhänger der strengen Observation stand er auf dem ehemaligen Standpunkte des Hippokrates. Ähnlich wie Hippokrates nahm er als Axiom an, daß die Natur die Krankheiten heile, aber er schenkte dieser Frage mehr Aufmerksamkeit und bemühte sich, dieselbe streng zu begründen. Nach seiner Meinung wird die Krankheit durch zwei Reihen von Erscheinungen verursacht: zuerst durch streng pathologische Veränderungen, welche unmittelbar aus der Wirkung der Krankheitsursachen folgen, und darauf durch regulatorische Erscheinungen, deren Aufgabe in der Beseitigung und Ausgleichung der vorher erwähnten pathologischen Veränderungen beruht. Diese Grundidee führte auf dem Wege des Fortschrittes in der ganzen Lehre von den zweckmäßigen Krankheitserscheinungen eine mächtige Stufe hinauf. Obgleich Hippokrates dieselbe Einteilung der pathologischen Erscheinungen unzweifelhaft voraussetzte, gab er dieser Voraussetzung keinen genügenden Ausdruck, wies keine strenge Grenze in der Einteilung auf und gab somit seinen Nachfolgern Veranlassung, alle Krankheitssymptome teleologisch zu erklären. Die Begründung der Überzeugung, daß nur ein gewisser Teil der pathologischen Erscheinungen die zweckmäßige, heilende Bedeutung hat, ist also ein unzweifelhaftes Verdienst des Sydenham.

So stellten sich die Unterschiede in den Anschauungen in betreff dieser Frage gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts dar. Eben

von dieser Zeit datiert eine neue Richtung in der Pathologie, welche, von Morgagni begründet, von den französischen Ärzten der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts und in Deutschland von Rokitansky und Virchow weiter ausgebaut wurde. Durch zahlreiche Untersuchungen stellte sich die Überzeugung fest, daß die Krankheitssymptome von den anatomischen Veränderungen in den Geweben mittelbar oder unmittelbar abhängen, daß also diese Veränderungen das eigentliche Wesen der Krankheit darstellen. Der Schwerpunkt in den pathologischen Untersuchungen wurde von den veränderten Funktionen, von den Symptomen, in die veränderten Gewebe verlegt. Die anatomisch-pathologischen Veränderungen sind eine Folge verschiedener schädlicher Wirkungen (Krankheitsursachen); sie stellen für jede Krankheit einen gewissen eigentümlichen Entwicklungszyklus dar, von welchem zunächst die entsprechenden Funktionsveränderungen, dann aber die Heilung der Krankheit selbst bedingt werden. Bei solcher Anschauung blieb für teleologische Auseinandersetzungen wenig Raum, um so weniger, als die Untersuchungsmethode, deren man sich damals in der Pathologie bediente, streng empirisch war: man suchte nur nach dem ursächlichen Zusammenhang, welcher einerseits zwischen den anatomisch-pathologischen Veränderungen und den Krankheitssymptomen und andererseits zwischen den besonderen Perioden in der Entwicklung der Gewebeveränderungen bestand. Diesem Umstande muß man es eigentlich zuschreiben, daß in der Periode der anatomisch-pathologischen Untersuchungen die Frage der Zweckmäßigkeit in den Krankheitsprozessen fast ganz unberücksichtigt blieb. Dessenungeachtet haben wir die Entdeckung neuer und fast neuer Tatsachen auf dem Gebiete der Regulationserscheinungen — wie die Hypertrophie, die Regeneration und andere — der pathologischen Anatomie zu verdanken, weil sie das Wesen der Krankheitsprozesse besser kennen lehrte.

Gegen Ende des neunzehnten Jahrhunderts machte sich eine andere Strömung in der Pathologie geltend, welche eine nähere Erkenntnis der Krankheitsursachen anstrebte. Man war mit der Beschreibung der anatomisch-pathologischen Veränderungen nicht mehr zufrieden, sondern ging tiefer, indem man nach den Ursachen, welche solche Veränderungen hervorrufen, suchte. Die schnelle Entwicklung und die beträchtlichen Fortschritte der Bakteriologie ermöglichten die Lösung vieler solcher Probleme.

Bei einem so erweiterten Untersuchungsumfange kamen gleichzeitig neue Fragen auf: über das Verhältnis des Organismus zu den Krankheitsursachen, über die verschiedenen Arten seiner Reaktion, über erworbene und angeborene Immunität u. s. w. — mit einem Wort, es wurden wieder die Regulations-, Selbstschutz- und Selbstheilungsprozesse in den Vordergrund gestellt. Von jener Zeit an gewinnt die Frage über die Zweckmäßigkeit des Bürgerrecht in der Pathologie wieder, und heute kann die Wissenschaft dieser Frage nicht mehr ausweichen; sie muß uns eine mehr oder weniger genügende Erklärung bringen.

II

Alle zweckmäßigen pathologischen Erscheinungen gehören zu der Klasse der Regulationsprozesse. Unter Regulation verstehen wir eine Ausgleichung der Störung. Diese kann entweder künstlich durch gewisse ärztliche Maßnahmen, oder auf dem natürlichen Wege durch eigene Kräfte des Organismus geschehen. Im letzteren Falle sprechen wir von Selbstregulation, im ersteren dagegen von künstlicher Regulation. Da man für die künstliche Regulation jedoch bereits eine andere Benennung (Behandlung) braucht, so werden wir unter dem Namen Regulation im eigentlichen Sinne des Wortes nur die Selbstregulation verstehen.

Driesch definiert diesen Begriff ähnlich. „Regulation,“ sagt er,¹ „ist ein am lebenden Organismus geschehender Vorgang oder die Änderung eines solchen Vorganges, durch welchen oder durch welche eine irgendwie gesetzte Störung seines vorher bestandenen ‚normalen‘ Zustandes ganz oder teilweise, direkt oder indirekt kompensiert und so der normale Zustand oder wenigstens eine Annäherung an ihn wieder herbeigeführt wird.“ Zu dieser Definition macht Driesch in den Anmerkungen etliche Einschränkungen und Erörterungen, welchen ich nicht immer beistimmen kann. So schließt Driesch z. B. aus dem Gebiet der Regulationsprozesse alle Reflexe aus, und zwar aus dem Grunde, weil es bei ihnen an einer vorhergegangenen Störung fehle, welche eine *conditio sine qua non* der Regulation ist. Aber streng genommen kommen auch gewisse Reflexe infolge von Störungen, infolge von Reizen vor, welche in ungewöhnlicher Weise auf die sensorischen Nervenbahnen wirken.

¹ Driesch, Die organischen Regulationen, 1901, S. 92.

Solche ungewöhnliche Reizung müssen wir als gleichbedeutend mit der Störung betrachten; und deshalb werden wir hier wenigstens einen Teil von Reflexen zu den Regulationsvorgängen mitrechnen.

Es gibt im Organismus sehr viele und sehr verschiedene Regulationsvorgänge; daraus folgt die Notwendigkeit ihrer Klassifikation. Wir können hier nicht eine vollständige Klassifikation geben, da unsere Kenntnis dieser Vorgänge ungenügend ist und, was die Hauptsache ist, weil wir nicht imstande sind, zu behaupten, daß wir sie alle kennen. In Zukunft kann die Wissenschaft noch viele neue Ausgleichungsvorgänge entdecken, welche neue Teilungsprinzipien notwendig machen werden. Zurzeit würde ich für die Regulationen, die wir heute in der menschlichen Pathologie kennen, die Teilung in folgende vier Gruppen vorschlagen: 1. Die erste Gruppe stellen die Regulationsreflexe dar. 2. Zu der zweiten Gruppe gehören die funktionellen Regulationen, welche auf Veränderungen der Funktionen selbst ohne Veränderung in den Geweben und in der Organisation bestehen. 3. Die dritte Gruppe umfaßt die morphologischen, organischen Regulationen; ihr Wesen besteht in den Ausgleichungsveränderungen der Organisation. 4. Zu der vierten Gruppe endlich rechne ich die gemischten morphologisch-funktionellen Regulationen. Hier werde ich die Gründe dieser Klassifikation nicht anführen, da bei der folgenden systematischen Beschreibung der Erscheinungen, welche hierher gehören, man zuerst die Unterschiede zwischen den Klassen und dann auch die Hauptidee dieser Einteilung am besten erkennen wird.

Wir kommen jetzt zur Beschreibung bekannter Tatsachen. Fangen wir mit der Gruppe der Reflexe an, und betrachten wir der Reihe nach, welche regulatorischen Reflexe bei den Funktionen des Organismus uns bekannt sind.

Bei der Atmungsfunktion kennen wir zwei Reflexe, deren ausgleichende regulatorische Bedeutung unzweifelhaft ist; ich spreche hier vom Niesen und Husten: das erste unterhält die Wegsamkeit der Nasenwege, das zweite die der eigentlichen Atmungswege (des Kehlkopfes und der Luftröhren). Jedes Hindernis in diesen Wegen, ob in der Gestalt von Blut, Schleim oder Eiter, oder in Gestalt irgendwelcher fremden Körper, wird durch starke Ausatmungsbewegungen, in denen das Wesen dieser Reflexe besteht, ausgeworfen. Ihre zweckmäßige Anpassung sieht man am besten in den experimentellen Untersuchungen: man hat sich über-

zeugt, daß diese Reflexe am leichtesten und am stärksten durch die Reizung der engsten Stellen in den Atmungswegen (in den Nasenmuscheln, der hinteren Wand der Glottis und der Bifurkation der Trachea) auszulösen sind.

Bei der Verdauungsfunktion finden wir zwei sehr bedeutende regulatorische Reflexe, namentlich das Erbrechen und den Durchfall. Ihre ausgleichende Bedeutung war schon im Altertum bekannt. Jede quantitativ oder qualitativ ungewöhnliche Reizung der Schleimhaut der Verdauungswege führt reflektorisch zur Ausscheidung des reizenden Inhalts und schützt somit den Organismus vor ernststen Folgen. Sogar dem Stuhldrange (tenesmus), dem Reflex, welcher für den Kranken mit Mastdarmgeschwüren so lästig ist, kann man nicht einige regulatorische Bedeutung absprechen, denn auf diesem Wege wird der Organismus von den ungemein reizenden Geschwürausscheidungen befreit.

Der gleiche Reflex ist auch bei der Funktion der Urinausscheidung bekannt; wir sprechen hier von dem Urindrang, welcher bei Nieren- und Blasensteinen, bei Blasenkatarrhen und Blasen- geschwüren vorkommt. Auch hierin müssen wir in gewissem Grade das Streben des Organismus zur Ausscheidung fremder Stoffe erblicken.

Endlich müssen wir zu der Reihe der regulatorischen Reflexe noch die Hemmung willkürlicher Bewegungen unter dem Einfluß eines starken Schmerzes zählen. „Der Schmerz,“ sagt Wasserzug,¹ „lenkt die Aufmerksamkeit auf das kranke Organ und zwingt dasselbe zu schützen; er nötigt auch den Leichtsinngigsten, günstige Bedingungen für die Heilung zu beobachten.“ In der Tat, es ist nicht ohne große Bedeutung für die Existenz des Organismus, daß der Mensch des Schmerzes wegen unwillkürlich das kranke Organ in Ruhe halten muß. Das kommt am deutlichsten bei den Knochen- und Gelenkkrankheiten und bei verschiedenen Entzündungsprozessen vor. Es versteht sich von selbst, daß die Nützlichkeit des Schmerzes sowie auch aller vorher genannten Reflexe nur relativ ist und sich nur in den Grenzen gewisser Umstände und Proportionen hält. In vielen Fällen gehen diese Reflexe weit über die Grenzen der Regulationsbedürfnisse hinaus und können somit dem Organismus keinen Nutzen bringen.

Zu der zweiten Gruppe der Regulationserscheinungen gehören

¹ Wasserzug, Über den Schmerz. Klinische Vorträge, 1896 (polnisch).

die sogenannten funktionellen Regulationen. Verschiedene Funktionen des lebenden Organismus sind innig miteinander verbunden. In Anbetracht der Lebenseinigkeit des ganzen Organismus verursacht jede Veränderung der einen Funktion eine entsprechende Veränderung der anderen oder mehrerer Funktionen zugleich. Ein ebensolcher Zusammenhang, welcher in den Grenzen der physiologischen Tätigkeit des Organismus sehr deutlich hervortritt, verschwindet nicht bei den pathologischen Störungen, sondern tritt im Gegenteil noch mächtiger hervor. Daher beobachten wir im kranken Organismus eine ganze Reihe von Erscheinungen, welche neben dem primären pathologischen Prozeß bestehen, durch diesen hervorgerufen sind und für ihn eine regulatorische Rolle spielen. Die pathologischen funktionellen Regulationen sind dieselben wie die physiologischen, und unterscheiden sich von diesen nur dadurch, daß sie nicht zeitlich, sondern beständig und in viel bedeutenderem Grade vorkommen. — Von den Prozessen der ersten Gruppe, den reflektorischen, unterscheiden sie sich dadurch, daß hier die Ausgleichung nicht auf reflektorischem Bogen durch Vermittlung der sensorischen Bahnen, sondern durch unmittelbare oder mittelbare Reizung der Nervenzentren, oder auf einem anderen, uns nicht näher bekannten Wege vor sich geht.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen kommen wir zu der Beschreibung der hierher gehörigen Erscheinungen. Bei der Atmungsfunktion ist die Dyspnoe unzweifelhaft eine Regulationserscheinung; ihr Wesen besteht in tieferen und öfteren Atmungsbewegungen. Die verstärkten und beschleunigten Atmungsbewegungen gleichen die Störung im Gasaustausche, welche in ungenügender Sauerstoffabsorption und in ungenügender Kohlensäureausscheidung besteht, aus. Eine solche Störung im Gasaustausche finden wir: 1. bei verminderter Atmungsoberfläche der Lungen (Entzündung, pleuritische Exsudate, Neubildungen im Brustkasten u. s. w.); 2. bei erschwertem und verlangsamttem Blutkreisläufe in den Lungen (Herzfehler); 3. bei der Verarmung des Blutes an Hämoglobin, dieses Transportstoffes für den Gasaustausch (Blutarmut, Chlorose), und 4. endlich bei verstärkter Oxydation im Organismus und verstärkter Kohlensäureproduktion (Fieber, Muskelarbeit). In allen diesen genannten Prozessen finden wir eine schwächer oder stärker ausgebildete Dyspnoe, durch welche der Organismus selbst bei bestehenden Hindernissen die Bedürfnisse des Gasaustausches in einem für die Erhaltung

des Lebens genügenden Grade unterstützt. Durch die Lungen können auch gewisse flüchtige Gifte, die im Organismus bei der sogenannten Selbstvergiftung entstehen, ausgeschieden werden. Daher finden wir die Dyspnoe bei solchen Prozessen wie die Acetonämie, Urämie u. s. w. Diese toxische Form der Dyspnoe sieht Pawinski¹ mit Recht als eine Erscheinung des Selbstschutzes des Organismus an. Eine ebensolche ausgleichende Bedeutung haben jene tiefen, verlängerten Einatmungen, die unter dem Namen „Gähnen“ bekannt sind. Fortgesetztes Gähnen finden wir oft bei Herzkrankheiten, bei plötzlicher Blutverarmung und überall da, wo aus irgendwelchen Ursachen ein erschwerter Gasaustausch schnell eingetreten ist.

Die Regulationen der Kreislaufsfunktion betreffen hauptsächlich die Herzarbeit. Die Arbeit des Herzens setzt sich aus folgenden drei Faktoren zusammen: dem Volumen des ausgepreßten Blutes, dem Blutdruck in den Gefäßen und der Zahl der Herzkontraktionen in der Zeiteinheit.² Diese Faktoren sind eng miteinander verbunden und aus dieser engen Verbindung ergeben sich die Regulationserscheinungen. Wenn das Blutvolumen in den Herzkammern bedeutend und infolge davon der Druck auf die Herzwand verstärkt ist, so folgt durch Reizung des N. depressor eine Verminderung des Blutdruckes im arteriellen Kreislauf; hierdurch entsteht eine entsprechende Verminderung der Herzarbeit. Es besteht auch ein regulatorischer Zusammenhang zwischen dem Blutdrucke im großen Kreisläufe und der Schnelligkeit der Herzbewegungen. Wenn der Blutdruck in den peripherischen Arterien bedeutend verringert ist, so folgt eine Beschleunigung der Herzbewegungen; unter diesen Bedingungen wird somit die Herzarbeit vergrößert und dadurch die Gefahr, welche aus dem schnellen und bedeutenden Abfalle des arteriellen Blutdruckes für den Organismus entsteht, beseitigt. Diese Art von Regulation finden wir bei bedeutenden Blut- und Säfteverlusten und dem plötzlichen Blutzufusse zu den Bauchhöhle-Eingeweiden. Wenn der Blutdruck in den peripheren Arterien plötzlich zunimmt, so tritt gewöhnlich eine Verlangsamung der Herzbewegungen ein, dadurch wird die Arbeit des Herzens verringert und das Übermaß des Blutdruckes ausgeglichen. Eine ebensolche Regulation

¹ Pawinski, Pohypnoe paroxysmale. Gaz. lekarska, 1896 (polnisch).

² Levy, Die Arbeit des gesunden und des kranken Herzens. Zeitschr. f. klin. Med. Band 31.

besteht bei Vergrößerung des Blutdruckes im Gehirn, wie sie bei Tumoren dieses Organs und bei der tuberkulösen Entzündung der Gehirnhäute vorkommt; hier vermindert der Organismus durch Verlangsamung der Herzaktion den übermäßigen Blutdruck in den Gefäßen eines so lebenswichtigen Organs, wie es das Gehirn ist. Ich muß jedoch hier hinzufügen, daß das regulatorische wechselseitige Verhältnis zwischen dem Blutdruck und der Herzaktion in den pathologischen Prozessen nicht immer so deutlich hervortritt. Die neuesten klinischen Untersuchungen über den Blutdruck bei pathologischen Zuständen¹ beweisen, daß zwischen Herzaktion und Blutdruck kein ständiges Verhältnis besteht. Es wird uns dies aber nicht wundern, wenn wir alle die Faktoren, welche auf diese beiden Erscheinungen Einfluß haben, berücksichtigen. Die Herzbewegungen hängen nicht nur von dem Blutdrucke, und umgekehrt der Blutdruck nicht nur von den Herzbewegungen, sondern noch von vielen anderen Faktoren ab; das Übergewicht dieser Faktoren also kann in jedem Falle das wechselseitige Verhältnis der hier betrachteten Erscheinungen ganz anders gestalten. Diese Regulation ist also nicht ständig und kann es nicht sein; ihre Bedeutung tritt nur bei plötzlichen Blutdruckveränderungen hervor und stellt nur einen einstweiligen Schutz dar, solange nicht auch andere Ausgleichungsprozesse daran teilnehmen.

Die Herzbewegungen regulieren auch in gewissem Grade das ausgepreßte Blutvolumen. Es ist bekannt, daß durch Beschleunigung der Herzaktion hauptsächlich die Dauer der Erschlaffung des Herzmuskels beeinträchtigt wird; die Dauer der Kontraktion (Systole) unterliegt geringen Schwankungen, nur die Diastole (Erschlaffung) verändert sich evident bei der verlangsamten und verkürzt sich bei der beschleunigten Herztätigkeit. Obgleich die Füllung der Herzkammern in bedeutendem Grade von der Geschwindigkeit des Blutstromes abhängt, spielt doch die Dauer der Diastole jedenfalls auch eine wichtige Rolle. Die experimentellen Untersuchungen von Stolnikow über die Reizung der Nervi vagi beweisen, daß bei stark verlangsamter Herztätigkeit, wie sie in solchen Fällen eintritt, das Blutquantum in den Herzkammern sich ganz wesentlich vergrößern kann. Daher können wir es als eine Tatsache annehmen, daß sich das Herz bei kürzerer

¹ Dunin, Beiträge zur Lehre von der Arteriosklerose. Gazeta lekarska, 1903 (polnisch).

Diastole weniger, bei längerer mehr mit Blut füllt. Dieser Umstand erklärt uns vom teleologischen Standpunkte aus, warum bei Herzschwäche fast immer eine Beschleunigung der Herzaktion besteht: ein schwaches Herz vermindert durch Beschleunigung der Bewegungen das Volumen des ausgepreßten Blutes und spart somit an Arbeitskraft. Diesem Umstande muß man auch die von Klinikern häufig beobachtete Tatsache zuschreiben, daß bei der Insuffizienz der Aortenklappen die Herzstätigkeit auch bei ausgezeichneter Kompensation gewöhnlich beschleunigt ist. In diesen Fällen muß man nach der Meinung von Rosenbach und Krehl¹ einen Regulationsvorgang annehmen, welcher durch Beschleunigung der Herzaktion die Zeitdauer der Diastole verkürzt und somit das Blutquantum, das während der Diastole aus der Aorta in die linke Kammer zurückläuft, vermindert.

Wir könnten noch viele andere Ausgleichungsvorgänge bei den Störungen der Kreislaufsfunktion anführen. Da wir im folgenden Abschnitt von den organischen Regulationen die bedeutendste Ausgleichungserscheinung, die Herzmuskelhypertrophie, besprechen werden, so bleibt uns hier nur noch übrig, der sogenannten Reservekraft des Herzens Erwähnung zu tun. Aus den experimentellen Untersuchungen Cohnheims ist bekannt, daß das Herz im Notfalle sehr große Hindernisse im Kreislaufe überwinden kann oder, wie Cohnheim sich ausdrückt,² daß die Arbeitsgröße des gesunden Herzens im geraden Verhältnisse zu dem Arbeitsbedürfnisse zunimmt. Und alles das geschieht, wie Cohnheim betont, ohne Vermittlung von irgendwelchem neuen Mechanismus, sondern die Vergrößerung der Hindernisse zwingt einfach den Herzmuskel unmittelbar zur stärkeren und erfolgreicheren Kontraktion. Also müssen wir in dieser Einrichtung eine zweckmäßige Erscheinung des Selbstschutzes des Herzens, seiner Anpassung an eine weite Skala der verschiedensten Kreislaufsstörungen erblicken. Eine solche Reservekraft findet man nicht nur im Herzen; Podwysotzki³ meint mit Recht, daß alle Organe eigene Reservekräfte besitzen, um im Notfalle eine stärkere Tätigkeit auszuüben.

Zu den Regulationserscheinungen muß man mit gewissem Rechte auch die sogenannte relative, oder wie sie Krehl nennt,

¹ Krehl, Pathologische Physiologie. II. Auflage 1898.

² Cohnheim, Vorlesungen über die allgemeine Pathologie, 1884, 1. Band.

³ Podwysotzki, Über Reservekräfte des Organismus und ihre Bedeutung im Kampfe mit der Krankheit, 1894 (russisch).

die muskuläre Klappeninsuffizienz zählen. In der Tat ist das Herz häufig infolge von Muskelschwäche nicht imstande, den ganzen Kammerinhalt auszupressen, ein Teil des Blutes bleibt nach jeder Kontraktion im Herzen zurück und infolgedessen kann die Zusammenziehung des Herzmuskels selbst nur unvollständig sein. Unter solchen Bedingungen wird die Arbeit des Herzens, wenigstens vorläufig, durch Ausbildung einer Klappeninsuffizienz der venösen Ostien erleichtert und eine vollständige Ausleerung der Herzkammern ermöglicht. Der Herzmuskel preßt in diesem Falle bei der Zusammenziehung das Blut nach beiden Richtungen hin: sowohl in die Arterien, wie auch in die Vorhöfe; auf diese Weise kann somit das Übermaß an Blut in der Kammer leichter beseitigt werden und die Herzkontraktion wird dadurch vollständiger. In jedem Falle beweist eine unbefangene Beobachtung, daß stürmische Symptome der Kreislaufstörungen durch Ausbildung einer relativen Insuffizienz häufig gemildert werden. Pawinski¹ sah oft, daß durch Ausbildung einer relativen Insuffizienz recht schwere Erscheinungen, wie Stenokardie und asthmatische Anfälle, für einige Zeit beseitigt wurden.

Nach der Beschreibung der Regulationen der Kreislaufsfunktion müssen wir uns mit den Regulationsvorgängen, die im Blute selbst sich abspielen, beschäftigen. Es ist allgemein bekannt, daß die Zusammensetzung des Blutes sehr beständig ist; jeder Überschuß oder Mangel an Bestandteilen des Blutes wird sehr schnell aus eigenen Kräften des Organismus mehr oder minder genügend ausgeglichen. So beseitigt der Organismus z. B. schnell den Überschuß an Wasser im Blute durch eine verstärkte Ausscheidungsfunktion der Nieren; ist aber die Nierenfunktion, entweder durch pathologische Veränderungen in denselben oder durch Herzschwäche, mangelhaft, so wird der Wasserüberschuß im Blute durch Bildung von Transsudaten vermindert. Dagegen hilft sich bei Wasserverarmung des Blutes der Organismus schnell durch Aufsaugen des Wassers aus den Geweben.

Es ist weiterhin bekannt, daß das Blut eine alkalische Reaktion zeigt, und daß diese Reaktion für die Lebensprozesse unentbehrlich ist. Die alkalische Reaktion des Blutes hält sich also vermöge gewisser Regulationseinrichtungen in bestimmten Grenzen und

¹ Pawinski, Über die Selbsthilfe des Organismus bei Angina pectoris. Gazeta lekarska, 1899 (polnisch).

unterliegt verhältnismäßig nur unbeträchtlichen Veränderungen.¹ Nach Bunges Meinung vollziehen die Nieren hier die regulatorische Funktion. „Wird das Blut zu stark alkalisch,“ sagt Bunge² — „etwa durch die Verbrennung pflanzensaurer Alkalien zu kohlensauren — so scheiden die Nierenzellen den Überschuß der kohlensauren Alkalien aus dem Blute ab. Wird die Alkaleszenz des Blutes herabgesetzt — etwa durch das Freiwerden von Schwefelsäure und Phosphorsäure bei der Zersetzung des Eiweißes, der Nukleine und Lecithine — so nehmen die Nierenzellen die neutralen Salze des Blutes auf, zerlegen sie in saure und alkalische, befördern die sauren Salze in den Harn, die alkalischen zurück ins Blut, bis die normale Alkaleszenz des Blutes wiederhergestellt ist.“

Aus den Verdauungsorganen und aus den Geweben gelangen verschiedene chemische Substanzen ins Blut, welche bei normalen Bedingungen sehr schnell durch die Nieren ausgeschieden werden. Wenn aber infolge des beständigen anormalen Stoffwechsels eine gewisse chemische Substanz, z. B. Zucker, in übermäßiger Menge sich im Blute anhäuft, so schützt sich der Organismus durch Einnahme großer Wassermengen und durch vermehrte Urinabscheidung lange Zeit vor der tödlichen Vergiftung. Die Hauptsymptome des Diabetes, der übermäßige Durst und die vermehrte Diurese, haben also in dieser Krankheit unzweifelhaft eine regulatorische Bedeutung. Bei anderen Stoffwechselkrankheiten, namentlich bei der sogenannten Harnsäurediathese, wo wahrscheinlich außer der übermäßigen Produktion eine erschwerte Abscheidung der Harnsäure durch die Nieren besteht, wird der Überschuß dieses Bestandteiles aus dem Blute in die Gewebe und die Gelenke abgeschieden. Die normalen, für das Leben unentbehrlichen Bestandteile werden im Blute hartnäckig zurückgehalten. Es ist z. B. bekannt, daß der Organismus die Abscheidung des Chlornatriums durch die Nieren vollständig aufhält, wenn dessen Quantum im Blute ein gewisses Minimum erreicht, welches für das normale Funktionieren erforderlich ist.

Aber nicht nur die Menge der gelösten chemischen Substanzen des Blutes unterliegt einer gewissen Regulation, dasselbe betrifft auch die organisierten Elemente, welche im Blute kreisen. Hier ist die Rede von den Blutkörperchen. Es ist schon eine lang

¹ W. Orłowski, Die Alkaleszenz des Blutes in physiologischen und pathologischen Zuständen. Przegląd lekarski, 1902 (polnisch).

² Bunge, Lehrbuch der Physiologie des Menschen, 1901, 2. Band, S. 417.

bekannte Tatsache, daß jedem beträchtlichen Blutverluste eine verstärkte Tätigkeit des Knochenmarks in Verbindung mit einer ergiebigen Regeneration der roten Blutkörperchen folgt. Die anatomischen Untersuchungen beweisen, daß bei schweren, idiopathischen Anämien und bei der Leukämie das aktive (rote) Knochenmark sich vermehrt und das passive (gelbe) sich vermindert. Vulpian beobachtete regelmäßig bei seinen Untersuchungen über die Blutentziehung bei den Tieren eine deutliche Milzvergrößerung. Leube¹ betont, daß er bei der Chlorose sehr oft eine Milzvergrößerung beobachtete, was er als eine Erscheinung ansieht, durch welche eine verstärkte ausgleichende Funktion dieses Organs bewiesen wird. Alle diese Tatsachen beweisen, daß der Mangel der roten Blutkörperchen eine verstärkte Tätigkeit der blutbildenden Organe hervorruft.

Der Mangel der roten Blutkörperchen ist nur ein relativer Begriff. Bei verminderter Atmungsfläche oder bei erschwertem Blutkreislaufe in den Lungen muß die normale Zahl der Blutkörperchen für die Bedürfnisse des Organismus ungenügend sein. Daher finden wir in gewissen Krankheitszuständen einen Blutkörperchenüberschuß (hyperglobulia), welcher hier eigentlich eine ausgleichende Rolle spielt. Einen solchen Überschuß an roten Blutkörperchen finden wir bei Herzfehlern, besonders bei der angeborenen Verengung der Lungenarterie, welche mit dem offenen Ductus Botalli und mit der offenen Verbindung zwischen den Kammern kompliziert ist. In diesen Fällen kreist in den Lungen nur eine verhältnismäßig kleine Blutmenge; damit der Gasaustausch ausreiche, muß aber im Blute ein Überschuß der roten Blutkörperchen kreisen (Arcangeli, Fromherz).² Hierzu könnte man auch den Überschuß der roten Blutkörperchen zählen, welchen wir im Blute gesunder Menschen während ihres Aufenthaltes in hohen Gebirgen beobachten. Diese vielfach bestätigte Erscheinung ist bis jetzt noch nicht erklärt, kann jedoch vom teleologischen Gesichtspunkte aus als eine Anpassung des Organismus an die verdünnte Gebirgsluft mit dem verminderten Druck des Sauerstoffes aufgefaßt werden.³

¹ Leube, Über Ausgleichsvorgänge in Krankheiten. Deutsch. Arch. f. klin. Medizin, 1899.

² Fromherz, Die Bedeutung der Hyperglobulie bei kongenitalen Herzkrankheiten. Münch. medicin. Wochenschr., 1903.

³ Schaumann und Rosenquist, Über die Natur der Blutveränderungen im hohen Klima. Zeitschr. f. klin. Medizin, 1898.

Wenn die roten Blutkörperchen sich nicht genügend regenerieren können, kommt noch eine andere Regulation vor; die Körperchen halten im stärkeren Grade das Hämoglobin fest. Schon lange hat man bemerkt, daß die Blutscheiben bei der perniziösen Anämie, wo die Zahl der roten Blutkörperchen bis zu einer Million oder darunter in 1 cmm fällt, mehr Hämoglobin als im normalen Zustande enthalten. Diese Tatsache wurde in der letzten Zeit von vielen klinischen Forschern bezweifelt, aber die chemischen Blutuntersuchungen von Biernacki¹ beweisen, daß bei der Blutarmut die Menge des Eisens, des hauptsächlichsten Bestandteiles des Hämoglobins, sich ziemlich hoch hält und sich dem normalen Zustande nähert.

Zu den Regulationserscheinungen müssen wir auch die Blutgerinnung zählen. In den physiologischen Grenzen, bei normalem Blutkreislaufe und bei normalen Kreislaufwegen, spielt diese Erscheinung keine Rolle; ihre Bedeutung tritt erst bei Unterbrechung des Kreislaufes, bei Beschädigung oder Öffnung der Gefäße, hervor. Welche Bedeutung die Blutgerinnung für den Organismus hat, können wir erst dann verstehen, wenn wir uns in Erinnerung bringen, was mit dem Organismus bei einer noch so kleinen Wunde ohne diese Erscheinung geschehen würde: ohne Zweifel müßte dann der Tod infolge Blutverlustes eintreten. Ubrigens beweist auch die Tatsache, daß die Gerinnungsbeschaffenheit und die Menge der Fibrinfermente je nach dem Blutverlust sich vermehren, ihre große Zweckmäßigkeit.

Das Blut besitzt noch eine andere, für den Organismus sehr wichtige Eigenschaft: wir sprechen hier von der Resorptionsfunktion des Blutes. Schon unter normalen Bedingungen gehen jeden Tag innerhalb der Gewebe viele Tausende von Zellen zugrunde; in die Lymphe, in das Blut, in die Gewebe geraten verschiedene fremde, anormale Substanzen, wie Bakterien, Staub u. s. w. Dem Blute und der Lymphe fällt die Aufgabe zu, die für den Organismus fremden Stoffe zu beseitigen. In pathologischen Zuständen wird diese Aufgabe noch größer und die resorbierende Tätigkeit verstärkt sich; hier hat der Organismus nicht mit einzelnen toten Zellen oder mit einzelnen Bakterien, sondern mit Tausenden oder Millionen von jenen Gebilden zu tun, wie wir es bei der Resorption der Exsudate und bei der

¹ Biernacki, Die Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung des Blutes in pathologischen Zuständen. *Gazeta lekarska*, 1893 (polnisch).

Invasion der Krankheitskeime sehen. Die Resorptionstätigkeit ist im Organismus kein ungewöhnliches Ereignis, sie stellt, wie Metschnikoff¹ ganz richtig bemerkt, eine sehr nahe Analogie mit der intracellulären Verdauung bei den Protozoen dar. Bei der phylogenetischen Entwicklung entstand aus dieser ursprünglichen Verdauungsart eine verwickelte extracelluläre Verdauung in den entsprechenden Organen, wie wir sie bei den höheren Tieren finden. Aber die ursprüngliche, intracelluläre Art der Verdauung ist mit der Entwicklung nicht verloren gegangen, sondern läßt sich in der Form der inneren Verdauung wiederfinden, welche nur ihre Rolle änderte, ihre ernährende Bedeutung verlor und die Form einer resorbierenden, den Organismus von fremden Elementen reinigenden Tätigkeit annahm. Diese Funktion vollzieht hauptsächlich das Blut und die Lymphe. Nach Metschnikoffs Meinung spielen hier die hauptsächlichste Rolle die weißen Blutkörperchen und gewisse Zellen, wie die Zellen der Milz, der lymphatischen Drüsen, auch die endothelialen Zellen der Gefäße und der serösen Häute. Von allen diesen Zellen werden dem Organismus fremde Stoffe verschlungen und verdaut (die sogenannte Phagocytose von Metschnikoff). Die verdauenden, proteolytischen Fermente befinden sich im Protoplasma der Phagocythen und nur ausnahmsweise, wenn die Phagocythen einem Zerfall unterliegen (die sogenannte Phagolyse), geraten sie ins Blutserum; in diesem Falle spielt das Blutserum dieselbe Rolle, wie die phagocythären Zellen. Das sind die theoretischen Grundlagen der für den Organismus sehr bedeutenden Regulationserscheinungen, namentlich der Cytholyse und der mit ihr verwandten Bakteriolyse.

Das Blut besitzt die Verdauungseigenschaft nicht nur in bezug auf fremde zellige Gebilde, sondern hat noch die Eigenschaft, gewisse Gifte, gewisse Arten der schädlichen Fermente, sogenannte Toxine, zu neutralisieren. Metschnikoff führt diese Eigenschaft gewissermaßen auf die vorige Verdauungs-Resorptionsfunktion zurück und meint, daß die Phagocythen auch die Toxine aufnehmen und die neutralisierenden Substanzen, sogenannte Antitoxine, bilden. Nach der Theorie von Ehrlich bilden sich die Antitoxine nicht im Blute, sondern in den verschiedenen organischen Geweben und erst aus ihnen geraten sie ins Blutserum.

¹ Metschnikoff, L'immunité dans les maladies infectieuses, 1901.

So oder anders zeigt das Blut eine antitoxische, gewisse Toxine neutralisierende Eigenschaft und schützt in solcher Weise den Organismus von ihrer tödlichen Wirkung. Die cytholytische und antitoxische Funktion des Blutes tritt unter normalen Bedingungen nur in einem sehr unbedeutenden Grade hervor, folgt jedoch dem allgemeinen biologischen Gesetze, welches bestimmt, daß jede Funktion je nach ihrer Wiederholung und je nach ihrer Tätigkeit sich verstärkt und anwächst. Infolgedessen erreicht der Organismus unter gewissen Bedingungen, z. B. nach einer überstandenen infektiösen Krankheit oder nach einer künstlichen Immunisierung, in dieser Hinsicht einen sehr hohen Grad von funktioneller Leistungsfähigkeit. Die Leistungsfähigkeit der bakteriolytischen und antitoxischen Funktion entscheidet aber über den Ausgang in den akuten infektiösen Krankheiten und bestimmt das Wesen der sogenannten Selbstheilung.

Bei meinen Auseinandersetzungen über diese sehr wichtigen, unter dem Namen der Immunität bekannten Regulationserscheinungen muß ich mich auf diese kurzen Bemerkungen beschränken. Diese Erscheinungen sind noch nicht genau untersucht; die theoretische Erklärung, die ich hier gegeben habe, ist weder gewiß noch einzig möglich, der Umfang der gegenwärtigen Arbeit erlaubt mir jedoch nicht, auf Einzelheiten einzugehen. Es ist mir nur daran gelegen, mehr oder weniger die Regulationsvorgänge in der Pathologie aufzuzählen und auf den Vorteil hinzuweisen, welcher für den Organismus daraus entsteht.

Ordnungsgemäß kommen wir nunmehr zu den Regulationen bei der Verdauungsfunktion. Als unbedingt für den Organismus nützlich müssen wir den Umstand betrachten, daß an der Verdauung des Eiweißes und der Kohlehydrate verschiedene Fermente und verschiedene Teile der Verdauungswege teilnehmen: das Eiweiß wird z. B. im Magen unter der Einwirkung des Pepsins und im Dünndarm unter der Einwirkung des Tripsins verdaut; auf die Kohlehydrate wirkt zuerst das Ptyalin im Munde und darauf das diastatische pankreatische Ferment in den Eingeweiden. Infolgedessen kann die Fermentabnahme und Verdauungsstörung in einem Teile der Verdauungswege durch die Verdauung in den anderen Teilen ausgeglichen werden. Das Fehlen der Magenverdauung kann in Krankheitszuständen durch die Pankreasverdauung vollständig ersetzt werden. Bei der Achylia gastrica bleibt z. B. trotz einem völligen Fehlen der Funktion der Magen-

verdauung die allgemeine Ernährung der Kranken solange unbeeinträchtigt, als sich die Fähigkeit der Pankreasfunktion in normalen Grenzen hält. Aus demselben Grunde darf es die Chirurgie wagen, den Magen oder ganze Darmteile ohne für den Organismus schädliche Folgen zu resezieren. Die Verdauungsfermente, hauptsächlich die Fermente der Bauchspeicheldrüse, üben gleichfalls nach den Untersuchungen von Nencki¹ eine neutralisierende Wirkung auf die bakteriellen Toxine aus. Dieser Umstand erklärt uns die Tatsache, daß in den Verdauungswegen krankheitserregende Mikroorganismen, ohne pathologische Veränderungen hervorzurufen, anwesend sein können. Durch die entgiftende Wirkung der Verdauungsfermente erklärt sich auch die verhältnismäßige Unschädlichkeit der ungeheuer großen Menge von Saprophyten in den Verdauungswegen; die durch sie gebildeten Toxine werden durch das Pankreasferment und durch die Galle sofort neutralisiert.

Sogar für nützlich müssen wir nach den neuen Untersuchungen die Anwesenheit der zahlreichen Bakteriensaprophyten in den Verdauungswegen betrachten. Die Untersuchungen von Schottelius beweisen, daß Hühnchen, welche bakterienfreie Nahrung bekommen, schnell absterben. Strasburger² behauptet, daß die Saprophyten folgende, für das Leben des Organismus nützliche Wirkungen ausüben: 1. den Fäulnisprozeß im Darne verhindern, 2. durch ihre Anwesenheit gewisse Arten von krankheitserregenden Mikroorganismen bekämpfen und somit den Organismus vor Infektion schützen und 3. die peristaltische Darmbewegung verursachen.

Wenn wir den Prozeß der Nahrungsassimilation sicherer und genauer kennen würden, so würden wir uns wahrscheinlich von einer ganzen Reihe von Regulationserscheinungen, welche auch in pathologischen Zuständen eine beträchtliche Rolle spielen, überzeugen können. Es ist möglich, daß sowohl die so oft bei Kranken beobachtete Abneigung gegen gewisse Speisen als auch das Begehren anderer, in Anbetracht der vorhandenen Verdauungs- und Assimilationsstörungen eine regulatorische Erscheinung ist. Die Untersuchungen von Pawlow über die zweckmäßige Anpassung

¹ M. Nencki, Sieber und Simanowska, Die Neutralisation der Toxine durch die Verdauungsfermente. *Gazeta lekarska*, 1898 (polnisch).

² Strasburger, Über die Bedeutung der normalen Darmbakterien für den Menschen. *Münch. mediz. Wochenschr.*, 1903.

der Sekretion der Verdauungsfermente zu der Art der aufgenommenen Nahrung beweisen, daß hier zahlreiche funktionelle Regulationen, welche uns zurzeit nicht näher bekannt sind, bestehen. Dasselbe kann man auch von der Leberfunktion sagen. Heute wissen wir zwar nur allgemein, daß die Leber eine wichtige Funktion im Stoffumsatze, in der Verwandlung der giftigen, in Verdauungswegen assimilierten Stoffe in unschädliche Stoffe (die von Nencki bewiesene Verwandlung des giftigen NH_3 oder vielmehr des kohlen-sauren Ammoniums in Harnstoff) vollzieht, aber die zahlreichen Einzelheiten dieser oder ähnlicher Prozesse sind uns völlig unbekannt. Wir können aber fast mit Gewißheit behaupten, daß künftige Untersuchungen hier manche, durch ihre Anpassung wunderbare Regulationserscheinung finden werden.

Bei der geschwächten Nierenfunktion besitzt der Organismus verschiedene Mittel der Selbsthilfe. Wir haben schon von einem gesprochen, nämlich von den Ausschwitzungen (Transsudaten), welche das Übermaß des aus dem Blutkreislaufe nicht ausgeschiedenen Wassers beseitigen. Zu den Ausschwitzungen gelangen zugleich mit dem Wasser viele Endprodukte des Stoffumsatzes, welche im Blute stürmische Erscheinungen urämischer Vergiftung hervorzurufen imstande sind. Letzteres ist durch klinische Erfahrung bestätigt, da nach schnellem Aufsaugen der Ausschwitzungen sehr oft akute Urämie eintritt. Dieselben giftigen Produkte des Stoffwechsels gehen, falls ihre Ausscheidung durch die erkrankten Nieren erschwert ist, zuweilen in den Magen und in den Darm hinein und verursachen somit die schon lange im klinischen Bilde der chronischen Urämie bekannten Erscheinungen, nämlich Erbrechen und Durchfall. Diese Art von Erbrechen und Durchfall müssen wir also als eine Regulation, als eine Erscheinung der Selbsthilfe des Organismus betrachten.

Es bleibt noch übrig, die funktionellen Regulationen, welche im Nervensystem zum Vorschein kommen, in Kürze zu besprechen. Die hier hervortretenden Ausgleichungserscheinungen lassen sich auf die sogenannten funktionellen Vertretungen zurückführen. Es ist eine schon lange bestätigte Tatsache, daß gewisse verwandte Organe in ihren Funktionen sich abwechselnd vertreten können. Wenn ein Organ vernichtet, beschädigt ist, so vollzieht ein anderes verwandtes Organ in gewissem Grade seine Funktion: wenn z. B. die Milz herausgeschnitten wird, so wachsen die Lymphdrüsen gewöhnlich über ihr Maß hinaus, was ihre vergrößerte Ver-

treterungstätigkeit beweist. Eine ebensolche funktionelle Vertretung ist zwischen der Haut und den Nieren vorhanden, was die Ärzte bei der Behandlung der Nierenkrankheiten ausnützen. Der gleiche Prozeß besteht auch in dem Nervensystem. Wenn ein gewisses Zentrum durch einen pathologischen Prozeß vernichtet wird, so nehmen andere Zentren dessen Funktion auf, was durch Experimente an Tieren und durch klinische Beobachtungen bestätigt ist. Man hat oft ausgedehnte Zerstörungen in den Gehirnzentren ohne merkbare funktionelle Störungen gefunden; unzweifelhaft übernehmen in diesen Fällen die unbeschädigten Gehirnteile die Rolle der beschädigten. Die funktionelle Vertretung in den Nervenzentren wurde bei der sogenannten gymnastischen Behandlung solcher Störungen, wie Aphasie und Ataxie, verwertet. Die heute so viel angewandte Behandlung der tabischen Ataxie nach der Methode von Frenkel beruht auf Ausbildung einer derartigen funktionellen Vertretung. Bickel¹ hat bewiesen, daß die sensorische Ataxie durch Funktion der Augen und des Ohr-labyrinthes kompensiert werden kann, indem der Muskeltonus vergrößert und so dem Kranken zur besseren Orientierung im Raume verholfen wird.

Zum Schluß des Abschnittes über funktionelle Regulationen sind noch die Ausgleichvorgänge bei dem allgemeinen Stoffwechsel zu erwähnen. Leider kennen wir den Stoffwechsel im lebenden Organismus zu ungenügend, als daß wir sichere Tatsachen hier anführen könnten. Verhältnismäßig am besten ist der Stoffwechsel beim Hunger untersucht worden; es ist schon lange bekannt, daß der Organismus beim Hungern die für das Leben wichtigsten Organe, das Gehirn und das Herz, schont. Der Gewichtsverlust des Gehirns beträgt, nach den Untersuchungen von Voit, nur 3 %, während an Fett 97 % und an Muskelgeweben 31 % verloren gehen. Wir wissen auch, daß die Leber und die Bauchspeicheldrüse im allgemeinen Stoffwechsel eine bedeutende Rolle spielen: einige bestätigte Tatsachen zeigen, daß sie in der Produktion und in der Verbrennung der Kohlehydrate eine regulatorische Bedeutung haben, jedoch sind uns die näheren Einzelheiten in dieser Hinsicht völlig unbekannt. Auch können wir nicht viel Sicheres über die regulatorische Funktion der Schilddrüse und der Nebennieren sagen.

¹ Bickel, Experimentelle Untersuchungen über die Kompensation der sensorischen Ataxie. Deutsch. mediz. Wochenschr., 1901.

Die Untersuchungen über diesen Gegenstand sind erst in letzter Zeit in Angriff genommen worden, und wir sind heute noch nicht imstande, ganz sichere Tatsachen zu geben.

Damit beschließen wir die Beschreibung der funktionellen Regulationen und gehen jetzt zu der Gruppe der organischen oder morphologischen Regulationen über, welche auf den Veränderungen in den Geweben und in der Organisation beruhen. Hier müssen wir die Regeneration zuerst erwähnen. Unter Regeneration verstehen wir die Wiederherstellung der normalen Gewebe nach vorhergegangener Beschädigung. Nicht alle Gewebe des menschlichen Organismus können mit gleicher Vollständigkeit regeneriert werden; am vollständigsten und am schnellsten werden folgende regeneriert: die Epidermis, das Epithelium auf allen Schleimhäuten, das fibröse Bindegewebe und die Knochen. Ziemlich gut regeneriert werden: die Blutgefäße und die Drüsen von einfacher Struktur (die Schleim- und Speicheldrüsen), in sehr schwachem Grade aber die Gewebe von verwickelter Struktur oder von funktionell mehr differenziertem Bau. Daher kommt in solchen Geweben, in den Muskeln, dem zentralen Nervensystem, den Nieren, der Leber, die Regeneration nur in so unbedeutendem Grade vor, daß sie niemals die Beschädigung wiederherzustellen imstande ist. In diesen Fällen wird der Verlust der spezifischen Gewebe durch Wucherung des Bindegewebes, durch die sogenannte Narbe, gedeckt. Außer der Geweberegeneration finden wir im Organismus noch die Regeneration der einzelnen Zelle nach ihrer partiellen Beschädigung; diese Art der Zellenregeneration findet im menschlichen Organismus eine große Anwendung. Man kann sagen, daß fast jede Zelle, wenn sie vollkommen funktionell auch noch so differenziert wäre, Verluste wiederherstellen und zum normalen Stande zurückkehren kann unter der Bedingung, daß die Beschädigung nicht zu groß ist und nicht den wichtigsten Zellenbestandteil, den Zellkern, betrifft. Durch diese Zellenregeneration erklären wir die Tatsache der Wiederherstellung der peripherischen Nerven nach ihrer Zerschneidung, weil die Nervenfibrillen eigentlich die Protoplasmafortsätze der Nervenzellen sind oder in jedem Falle mit den Zellen die physiologische Einheit darstellen.

Aus dieser Übersicht der Regenerationsvorgänge ersehen wir, daß die Gewebe, welche den Beschädigungen mehr ausgesetzt sind, als die Epidermis, das Epithelium, die Binde- und

Knochengewebe, sich leicht und vollständig wiederherstellen, umgekehrt die tief verborgenen und damit besser vor der Beschädigung gesicherten Gewebe, wie Leber, Nieren und zentrale Nervengewebe, zu einer vollständigen Regeneration unfähig sind. In dieser Tatsache müssen wir die wunderbar zweckmäßige Anpassung der Gewebe an die äußeren Schädlichkeiten ersehen. Für die zweckmäßige Bedeutung der Regeneration spricht auch die Tatsache, daß die Wiederherstellungskraft in phylogenetischer Entwicklung beständig sich vermindert. Die Evertibraten und die niederen Vertebraten besitzen eine in hohem Grade entwickelte Regenerationsfähigkeit; wird eine Evertibrate in zwei Hälften zerschnitten, so stellt sich aus jeder Hälfte oft wieder ein ganzes Individuum her; bei den niederen Vertebraten wachsen mit Leichtigkeit die abgeschnittenen Extremitäten wieder nach. Diese große Regenerationsfähigkeit entspricht der Möglichkeit der leichten und öfteren Beschädigungen und bedeutet unzweifelhaft für die niederen Tiere eine nützliche Erscheinung, welche die Existenz des Organismus erhält.

An zweiter Stelle steht unter den morphologischen Regulationen die Hypertrophie. Hypertrophie nennen wir die Vergrößerung und die Vermehrung der Zellen in einem bestimmten Gewebe. Diese Zellenvergrößerung und Zellenvermehrung hat eine wichtige regulatorische Bedeutung: denn das, was ein normales Organ auszuführen nicht imstande ist, führt dasselbe Organ mit Leichtigkeit aus, wenn nur sein Gewebe vergrößert, hypertrophiert ist. Die Hypertrophie kommt als Regulation zuerst bei bedeutenderen Beschädigungen der Gewebe vor. Wenn das beschädigte Gewebe aus irgend welchen Ursachen nicht wiederhergestellt werden kann, dann wächst der Rest des normalen Gewebes im Übermaß und erfüllt die doppelte Aufgabe: für sich und für den beschädigten Teil. Ribbert¹ lenkte mit Recht die Aufmerksamkeit darauf, daß die Hypertrophie in diesen Fällen die Regeneration vertritt, daß die Gewebe, welche sich nach den Beschädigungen nicht wiederherstellen können, sehr leicht übermäßig wachsen. Wie bekannt, regenerieren die Muskeln, die Leber, die Nieren und das Hodengewebe gar nicht, aber sie hypertrophieren dafür sehr leicht. Wenn folglich ein gewisser Teil des Lebergewebes atrophiert (durch chronische Entzündung, durch Druck

¹ Ribbert, Lehrbuch der allgemeinen Pathologie, 1901.

von Geschwülsten u. s. w.), dann wächst der Rest im Übermaß und vollzieht somit das ganze Organ im normalen Grade seine Funktion. Dasselbe wiederholt sich in den Nieren und Muskeln. Wenn irgend eines der paarigen Organe infolge pathologischer Prozesse zugrunde geht, dann wächst das übriggebliebene gewöhnlich übermäßig: wir sehen z. B., daß nach Erkrankung und schließlicher Atrophie der einen Niere die zweite hypertrophiert und eine zweimal so große Funktion vollbringt. Dasselbe traf man bei der Erkrankung der einen Nebenniere, bei der Kastration des einen Hoden, bei der Ausschneidung der einen Brustdrüse. In allen diesen Fällen besteht ein analoger Prozeß mit der partiellen Organbeschädigung, da die paarigen Organe eine funktionelle Einigkeit darstellen.

Die Hypertrophie kommt auch ohne Beschädigung der Gewebe vor, wenn nur die Funktion des Organs aus irgend welchen Ursachen sich beständig und bedeutend vergrößert. Diese Art von Hypertrophie treffen wir am öftesten in den Muskeln, z. B. die Hypertrophie der willkürlich bewegten Muskeln bei gymnastischen Übungen, die Hypertrophie der verschiedenen Teile des Herzmuskels bei Klappenfehlern, die Hypertrophie des ganzen Herzens bei Biertrinkern und bei Nierenkrankheiten, die Hypertrophie der muskulären Gewebe in den Verdauungswegen vor den Verengungsstellen u. s. w. In allen vorher genannten Fällen verursacht das vermehrte Arbeitsbedürfnis eine Hypertrophie und eine verstärkte Arbeit des Organs; der Organismus gleicht dadurch die vorhandenen Hindernisse aus und unterhält seine durch sie bedrohte Existenz. Die funktionelle Hypertrophie unterscheidet sich ätiologisch von der Beschädigungshypertrophie eigentlich nicht, da auch diese letztere durch verstärkte funktionelle Arbeit in den unbeschädigten Gewebeteilen zustande kommt.

Während die regulatorische Bedeutung der Hypertrophie in den pathologischen Prozessen sehr groß ist, kommt die Atrophie als Regulation sehr selten vor. Von einer regulatorischen Atrophie können wir nur bei der Resorption der übermäßigen Knochengewebe nach verheilten Knochenbrüchen und bei Zusammenziehung der Narbe nach geheilten Wunden sprechen. Dagegen spielt die Atrophie in Verbindung mit der Hypertrophie im Organismus eine große, gestaltende Rolle und macht das Wesen der Erscheinung aus, welche von W. Roux „die funktionelle Anpassung“ genannt wurde. Diese Erscheinung besteht darin, daß

der starke, funktionelle Reiz ein übermäßiges Gewebewachstum, sein Mangel dagegen einen Schwund der Gewebe hervorruft; das Gewebe wächst also nach der Richtung der Reizwirkung. Die funktionelle Anpassung wurde am vollständigsten in dem Bau der Knochen, bei den Sehnen und Aponeurosen untersucht. Hier hat man sich überzeugt, daß die Richtung der Knochenbalken und der Bindegewebefasern vollständig der Richtung der einwirkenden Zug- und Druckkräfte entspricht. Wir haben hier nicht die Absicht, in die Einzelheiten des normalen Knochenbaues einzugehen, doch müssen wir hervorheben, daß diese Erscheinung auch eine große regulatorische Rolle in den pathologischen Vorgängen spielt. Es gibt eine überall bekannte und sehr oft vorkommende Krankheit des Kindesalters, Rachitis genannt, bei welcher das Knochengewebe weich wird und die Knochen bedeutenden Verkrümmungen unterliegen. Diese Krankheit verschwindet gewöhnlich um das vierte Lebensjahr; nach diesem Zeitraume werden die bisweilen im bedeutenden Grade krumm gewordenen Knochen in verhältnismäßig kurzer Zeit gerade und nehmen meistens eine normale Gestalt an. Die Ausgleicheung der verkrümmten Knochen findet unmerklich während der funktionellen Bewegungen, beim Stehen, Gehen und Laufen statt. In diesen Fällen rufen die wirkenden Druck- und Zugkräfte ein Wachstum des Knochengewebes in ihrer Wirkungsrichtung hervor, während dagegen die ehemaligen, anormalen Verkrümmungen außerhalb ihrer Wirkung bleiben und daher verschwinden. Dasselbe kann man in gewissem Grade bei krumm verheilten Knochenbrüchen des Kindesalters beobachten; sofern diese Verkrümmungen über gewisse Grenzen nicht hinausgehen und die Bewegungen nicht erschweren, gleichen sie sich ziemlich schnell aus oder vermindern sich wenigstens bedeutend.

Der funktionellen Anpassung begegnen wir noch bei der Entstehung des kollateralen Kreislaufes. Wenn die Arterie an gewisser Stelle unwegsam wird, dann findet das Blut durch Seitenäste und die Kapillaren einen Seitenweg und kommt zu seinem Bestimmungsort. Die kleinen Arterienzweige erweitern sich bedeutend, auch die Kapillaren, durch welche der Hauptstrom des Blutes geht, dehnen sich aus; zugleich wächst auch die mittlere und äußere Gefäßhaut an und endlich paßt sich das kapillare Gefäß in seinem anatomischen Bau der neuen Funktion an, d. h. es wird zu einer Arterie. Der vergrößerte Blutdruck bildet hier unzweifelhaft den Reiz, welcher zuerst eine Erweiterung der Blut-

gefäße und weiter eine entsprechende Veränderung im anatomischen Bau der Gefäßwände hervorruft.

Zu der vierten Gruppe gehören diejenigen Regulationen, welche eine mittelbare Stellung zwischen den funktionellen und morphologischen Regulationen einnehmen. Sie stehen den morphologischen aus dem Grunde nahe, weil durch sie sich die Veränderungen in den Geweben ausbilden, unterscheiden sich aber dadurch, daß dies keine beständigen, sondern vorübergehende Veränderungen sind. Hierzu zählen wir zunächst die Entzündung. Unter dem Namen Entzündung verstehen wir eine Reaktion des Organismus, welche hauptsächlich auf einer lokalen Kreislaufstörung beruht, die in einer Gefäßerweiterung, in einem Blutzufusse, in einer Verlangsamung der Blutzirkulation und in einer Auswanderung weißer Blutkörperchen und des Serums durch die Gefäßwände zum Ausdruck kommt. Jedoch verändert sich zu gleicher Zeit auch das von dem Entzündungsprozeß eingenommene Gewebe: seine Zellen, zumal die Bindegewebszellen, werden mobil und unterliegen der Proliferation. Um die regulatorische Bedeutung der Entzündung zu verstehen, müssen wir die Bedingungen, unter welchen dieser Prozeß im Organismus entsteht, berücksichtigen. Die Entzündung finden wir: 1. wenn das Gewebe einer bedeutenden Beschädigung, einer Nekrose unterliegt, und 2. wenn in das Gewebe organisierte oder unorganisierte fremde Körper auf irgendwelche Weise eindringen. Alle Entzündungsursachen können wir auf diese zwei Faktoren zurückführen. Es handelt sich hier eigentlich nur um einen Grundfaktor, weil die toten Zellen des beschädigten Gewebes als für den lebenden Organismus fremde Körper anzusehen sind. Dieser ursächliche Zusammenhang erweckt unwillkürlich den Gedanken, daß der Zweck der Entzündung in der Entfernung und Abscheidung der für den Organismus fremden Elemente besteht, was auch wirklich der Entzündungsprozeß mehr oder weniger befriedigend vollzieht. Wir sehen, daß durch die sogenannte Demarkationsentzündung nekrotische Hautschorfe, abgestorbene Finger und sogar ganze Extremitäten abgeschieden werden. In der Tiefe des Gewebes werden die nekrotischen Zellen durch den Entzündungsprozeß gelöst und aufgesaugt, oder mit dem Eiter abgeschieden. Wir sehen auch, daß bei Entzündungen bakteriellen Ursprunges die Mikroorganismen entweder durch die Phagozythen aufgenommen und verdaut, oder daß sie mit dem Eiter

abgeschieden werden. Das an der Entzündungsstelle durch bakterielle Toxine beschädigte Gewebe unterliegt auch diesem Geschick, wird aufgelöst und darauf aufgesaugt oder abgeschieden. Mit einem Worte, die regulatorische Schutzbedeutung der Entzündung ist so offenbar, daß sie jetzt von fast allen Pathologen anerkannt ist.

Obgleich die Entzündung einen durchaus pathologischen Prozeß darstellt, so ist sie dennoch keine ungewöhnliche Erscheinung im normalen Organismus. Es handelt sich dabei eigentlich nur um eine ungewöhnlich verstärkte und lokalisierte Resorptionsfunktion, deren regulatorische Bedeutung wir bei der Beschreibung der funktionellen Regulationen betrachtet haben, resp. eine verstärkte Art der intracellulären Verdauung, welche immer im normalen Organismus tätig ist. Bei der Entzündung finden wir die gleiche Funktion, nur mit dem Unterschiede, daß infolge einer bedeutenden Beschädigung und einer stärkeren Invasion der Mikroorganismen ein größeres Bedürfnis danach besteht. Daher sammelt der Organismus in dem verletzten Gewebe eine große Menge resorbierender und verdauender Faktoren, namentlich Serum und weiße Blutkörperchen, macht dabei die Phagocythen in den Geweben mobil, mit einem Worte, verbraucht den ganzen Vorrat seiner Kräfte, um der ungewohnten Aufgabe gerecht zu werden.

In dieselbe Gruppe der Regulationserscheinungen verweisen wir auch das Fieber; wir tun es aus demselben Grunde, weil auch beim Fieber unbeständige, anatomische Veränderungen in Form von körnigen oder fettbildenden Entartungen verschiedener Gewebe vorkommen. Schon Hippokrates sah das Fieber als eine zweckmäßige Erscheinung an und diese Anschauung behielt in der Pathologie Jahrhunderte lang die Oberhand. Auch die jatrophysischen und jatrochemischen Schulen des siebzehnten und achtzehnten Jahrhunderts konnten diesem Prozeß eine gewisse, obgleich nur zufällige, zweckmäßige Bedeutung nicht absprechen. Erst in der Epoche der Herrschaft der pathologischen Anatomie wurde das Fieber als eine schädliche Erscheinung aufgefaßt. In neuerer Zeit macht sich eine gewisse Rückkehr zu der alten Anschauung bemerklich, und die Pathologen sprechen immer häufiger von einer für den kranken Organismus nützlichen Bedeutung des Fiebers.

Wenn wir aber die Sache ohne Voreingenommenheit be-

trachten, so können wir den zur Begründung dieser Anschauung angeführten Beweisen nur eine geringe Bedeutung zuerkennen. Die Pathologen führen zumeist als Beweis an, daß die hohe Wärme des Organismus auf die Bakterien und ihre Toxine, jene hauptsächlichsten Ursachen der Fieberkrankheiten, schädlich einwirke. Freilich bietet die Fieberhitze nicht gerade die günstigsten Bedingungen für die Entwicklung der krankheitserregenden Bakterien, doch trägt der größte Teil dieser Mikroorganismen ziemlich gut mittlere, auch sogar hohe Temperaturgrade, wie wir sie beim Fieber finden. Die Tierexperimente von Filehne, Loevy und Richter in bezug auf den Verlauf der Infektionen unter dem Einfluß einer künstlich erhöhten Körpertemperatur scheinen für ihren bedeutungsvollen Nutzen zu sprechen; jedoch ganz überzeugend können wir sie nicht nennen, weil wir die Bedingungen des Stoffwechsels, welcher nach künstlichem Erhitzen oder nach dem Gehirnstiche eintritt, nicht kennen und nicht wissen, was hier eigentlich wirkt: ob es die erhöhte Temperatur oder eine andere uns unbekanntere Ursache ist.

Das Fieber ist ein abstrakter Begriff, sein Wesen besteht nicht sowohl in der Temperaturerhöhung des Organismus, als in gewissen Störungen des Stoffwechsels; da wir die Einzelheiten dieser Störung nicht kennen, so können wir auch nicht bestimmen, worauf ihre regulatorische Bedeutung beruht. Jedenfalls spricht für die nützliche regulatorische Bedeutung dieses Prozesses die Tatsache, daß die infektiösen Fieberkrankheiten gewöhnlich viel schneller verlaufen als die infektiösen fieberlosen Krankheiten, wie Syphilis oder Lepra.

Das sind ungefähr alle hauptsächlichsten Regulationen, welche wir in den pathologischen Prozessen finden. Aus dieser Übersicht sehen wir zunächst, daß die sogenannten Krankheitssymptome in zwei verschiedene Klassen geteilt werden können: 1. in die pathologischen Erscheinungen im strengen Sinne des Wortes, welche unmittelbar von krankheitserregenden Faktoren abhängen, und 2. in die regulatorischen Erscheinungen, welche eigentlich die Folge der vorigen sind und die primitiven pathologischen Störungen ausgleichen. Die Verschließung des Arterienlumen durch einen Embolus und die Unterbrechung des Kreislaufes im peripherischen Teile der Arterie — das sind pathologische Erscheinungen; der kollaterale Kreislauf, welcher infolge der vorigen Störung entsteht, ist eine regulatorische Erscheinung. Die durch die Wirkung

einer zu niedrigen oder zu hohen Temperatur entstandene Gewebekrose ist eine streng pathologische Erscheinung, die Demarkationsentzündung, wodurch nekrotische Gewebe abgetrennt werden, ist ein regulatorischer Vorgang. Der durch Invasion der Antraxbakterien eingetretene Tod der Zellen ist eine pathologische, die Entzündung aber, welche um den nekrotischen Schorf herum entsteht, ist eine regulatorische Erscheinung. Die chronischen Veränderungen in den Herzklappen gehören zu den pathologischen Prozessen, die ausgleichende Hypertrophie gewisser Teile des Herzmuskels gehört zu den regulatorischen Prozessen u. s. w.

Aber nicht immer läßt sich eine so strenge Grenze zwischen den Krankheitssymptomen durchführen. Hin und wieder kann die Regulationserscheinung selbst eine ernste Funktionsstörung bringen und somit eine andere Regulation hervorrufen u. s. w. Die Lungenentzündung z. B. ist ein Regulationsprozeß in bezug auf die Pneumokokkeninvasion, aber verursacht zugleich eine schwere Funktionsstörung der Atmung und des Lungenkreislaufes, was wieder ausgleichende Erscheinungen, wie Dyspnoe, und eine verstärkte Tätigkeit der rechten Herzkammer mit sich bringt. Mit einem Worte, die Krankheit stellt in einem zusammengesetzten Organismus eine ungemein verwickelte Kette von streng pathologischen und regulatorischen Erscheinungen dar, oder wie Kramsztyk¹ sagt: „sie ist eine Verknüpfung von zwei verschiedenen Erscheinungen: einer krankheitsbildenden und einer zweckmäßigen, welche man krankheitstötende Erscheinungen nennen könnte.“ Samuel und Fröhlich² nennen die erste Reihe der Erscheinungen Krankheitszustände, die zweite dagegen Krankheitsprozesse, durch welche Benennung sie den passiven Charakter der ersten und den aktiven Charakter der zweiten bezeichnen.

Eine andere Tatsache, welche aus dieser Übersicht sich ergibt, ist die, daß alle Regulationserscheinungen in den pathologischen Prozessen eigentlich nur verstärkte, physiologische Regulationen sind; es gibt keine besonderen pathologischen Regulationen. Daraus entsteht die unabweisbare Folge, daß die ausgleichenden Prozesse in den Krankheiten sehr oft ungenügend sein müssen; mit seinen Regulationen ist der Organismus nur an die gewöhnlichen physio-

¹ Kramsztyk, Der Zweck in der Wissenschaft. Krytyka lekarska, 1898 (polnisch).

² Fröhlich, Das natürliche Zweckmäßigkeitprinzip in seiner Bedeutung für Krankheit und Heilung, 1894.

logischen Reize gut angepaßt, aber in Anbetracht der pathologischen, quantitativ oder qualitativ ungewöhnlichen Faktoren können dieselben, wenn auch vielfach verstärkten Regulationen nicht ausreichen, und sind oft nicht imstande, den Organismus am Leben zu erhalten. Im allgemeinen können wir als festes Gesetz bei den Krankheitsprozessen annehmen, daß der Organismus mittelst seiner Regulationen die Störungen um so leichter und vollständiger ausgleicht, je kleiner sie sind, oder mit anderen Worten, um so leichter die Krankheit überwältigt, je weniger diese von der physiologischen Norm abweicht.

III

In dem vorhergehenden Abschnitte haben wir eine Reihe von Tatsachen angeführt, welche die Existenz ausgleichender Erscheinungen in den pathologischen Zuständen beweisen. Jetzt müssen wir die Frage erwägen, wie diese Regulationen im Organismus entstehen? Die wunderbare Zweckmäßigkeit und der Vorteil, welcher aus ihrer Anwesenheit für den Organismus folgt, legten den Ärzten schon lange den Gedanken nahe, daß hier irgend eine für die Lebenserhaltung zweckmäßig wirkende Kraft bestehen muß. Die Ärzte des Altertums mutmaßten, wie schon erwähnt, diese Kraft in den sogenannten Lebensgeistern, welche nach der Anschauung des Aristoteles den tierischen Organismus gestalten, alle seine Prozesse regeln und ihn am Leben erhalten. In der neueren Pathologie wurde an Stelle der ätherischen Lebensgeister der Begriff einer immateriellen Seele (Stahl) oder besonderer Lebenskräfte gesetzt. In allen diesen Anschauungen stützte sich die Erklärung auf die Voraussetzung eines besonderen übersinnlichen Elementes, dessen Wirkung man einigermassen den zweckmäßigen und vernünftigen Handlungen der Menschen ähnlich hielt. Anders konnte man sich die regulatorischen Prozesse nicht erklären, die den Anschein willkürlicher Tätigkeiten haben, mit dem Zwecke, die für den Organismus schädlichen Faktoren zu beseitigen. Es schien, daß diese Vorgänge auf keine Weise in den Rahmen der blinden Kausalitätsnotwendigkeit zu fassen seien, oder durch gewöhnliche Naturkräfte sich erklären ließen. Daher waren die Anhänger des biologischen Mechanismus, welche in den Lebenserscheinungen keine besonderen Kräfte sehen wollten, gezwungen, entweder die Regulationsprozesse ganz zu verschweigen oder sogar im gewissen Grade ihre Existenz zu

negieren. Solch einen Standpunkt nahmen in dieser Frage die ehemaligen Jatrophysiker und Jatrochemiker und auch die pathologischen Anatomen des neunzehnten Jahrhunderts ein.

Erst Darwin machte den Versuch, vom mechanischen Standpunkte aus alle zweckmäßigen Lebenserscheinungen, welche man als Anpassung bezeichnet, zu erklären. Nach seiner Theorie sind die zweckmäßige Organisation und die zweckmäßigen Funktionen aus primitiven individuellen Variationen entstanden, welche darauf auf dem Wege der natürlichen Zuchtwahl und der Vererbung sich entwickelten und erstarkten. Durch die natürliche Zuchtwahl erhielten und entwickelten sich alle Variationen, welche aus irgendwelchem Grunde für das Leben nützlich waren, es verschwanden dagegen alle diejenigen, welche unter gegebenen Bedingungen ohne Nutzen oder für das Leben schädlich waren. Darwin erklärte durch die Vermittlung der natürlichen Zuchtwahl hauptsächlich die Verschiedenheit der Organisation der lebenden Wesen und ihre Anpassung an die veränderlichen Bedingungen der Umgebung; mit derselben Theorie versuchte man später die Entstehung der Regulationserscheinungen zu erklären. „Ich glaube,“ sagt Bier,¹ „daß für die Entstehung, die Vermeidung und die Heilung der Krankheiten immer noch die Darwinsche Lehre zurzeit das beste Verständnis gewährt: alle mit guten Schutz- und Abwehrrichtungen versehenen Menschen vermeiden oder überstehen die Krankheiten, welchen die in dieser Beziehung Minderbegabten erliegen. Jede Variation in der Richtung einer Verbesserung jener Schutzmaßregeln schließt eine große Bevorzugung der betreffenden Einzelwesen in sich, denn sie haben die Aussicht, länger zu leben und ihre Art fortzupflanzen. Jede Variation in der Richtung der Verschlechterung dagegen führt bei der gewaltigen Verbreitung der Krankheitsgelegenheiten zu einer schnellen Ausmerzung der weniger widerstandsfähigen. Die fortgesetzte Auslese läßt dann schließlich die zweckmäßigen Eigenschaften durch Vererbung zu einem sicheren Besitz der Art werden.“

Diese Erklärung, so klar und überzeugend sie auch erscheint, besitzt doch viele schwache Seiten, welche bei tieferer, kritischer Betrachtung dieser Frage leicht zu finden sind. Es liegt nicht in unserer Absicht und Möglichkeit, hier alle Einwände und Argu-

¹ Bier, Hyperaemie als Heilmittel, 1904, S. 12.

mente anzuführen, welche gegen die Darwinsche Theorie von verschiedenen Naturforschern vorgebracht worden sind.¹ Unsere Aufgabe liegt hauptsächlich in den engen Grenzen der regulatorischen Prozesse, und wir stellen die Frage auf, ob die Entstehung jener Prozesse auf der Grundlage der Selektionstheorie genügend erklärt werden kann. Die schwächste Seite der Darwinschen Theorie besteht unzweifelhaft in jenen ursprünglichen individuellen Variationen, welche in der Organs- und Funktionsentwicklung ihren Ausgangspunkt für die natürliche Zuchtwahl haben sollen. Diese individuellen Variationen kommen zufällig vor; obgleich Darwin sich bemühte, gewisse Ursachen für sie zu finden, so beweist doch die Tatsache selbst, daß diese Variationen nur bei einigen Individuen einer Art vorkommen, daß auch die gefundenen Ursachen zufällig sind und deshalb auch die ganze Erscheinung der individuellen Variabilität denselben Charakter trägt. Die individuellen Variationen können qualitativ und quantitativ sein: qualitativ sind sie, wenn irgend ein Keim eines Organs oder einer Funktion entsteht, quantitativ sind sie dagegen, wenn das schon bestehende Organ oder die Funktion gewissen Schwankungen zum plus oder minus unterliegt. Die natürliche Zuchtwahl kann man am besten bei quantitativen individuellen Variationen beobachten; alle wichtigsten, von Darwin selbst gegebenen Beispiele stützen sich daher auf dieselben. Im allgemeinen Umrisse läßt die Selektionstheorie zuerst ein Vorkommen irgend einer qualitativen Variation zu, darauf findet ihre weitere Entwicklung, wenn die Variation fürs Leben nützlich ist, durch eine natürliche Zuchtwahl ihrer quantitativen Variationen statt.

Wenn wir nunmehr die Hauptgrundlagen der Selektionstheorie auf die Regulationserscheinungen anwenden wollten, so müßten wir voraussetzen, daß jede solche Erscheinung in ihrer primitiven Gestalt ganz zufälligerweise bei einigen Individuen vorkam und erst in der Folge durch die Auslese quantitativer Variationen den Entwicklungsgrad erreichte, welcher jetzt von uns beobachtet wird. Bei dieser Erklärung finden wir in zwei Beziehungen eine schwache Seite: zuerst ist es sehr zweifelhaft, ob Regulation in Gestalt eines unbedeutenden Keimes dem Organismus einen so bedeutenden Nutzen bringen kann, daß sie den Ausgangspunkt zur weiteren Entwicklung durch die natürliche Zuchtwahl bilden kann, und zweitens, ob die Regulationen überhaupt zu derartigen Prozessen gehören,

¹ Der Leser wird sie in zahlreichen Arbeiten von G. Wolff finden.

daß sie im Organismus zufällig als individuelle Variationen entstehen können. — Das Erstere hat man schon lange bezweifelt, denn schon Mivart und Naegeli bedienten sich dieses Argumentes zur Bekämpfung der Theorie von Darwin. In Anwendung auf regulatorische Prozesse gewinnt das Argument eine größere Bedeutung; die Regulationen sind in bezug auf krankheitsregende Reize und pathologische Veränderungen selten genügend und vollständig, deshalb ist der Wert der Regulationen sogar bei vollständiger Entwicklung ganz relativ; wieviel weniger ist da erst von der Wirkung in ihrer Keimgestalt zu sagen? Das andere Bedenken ist so wichtig, daß wir die Entstehung der Regulationen ausführlicher besprechen müssen, und zu diesem Zwecke ist es nötig, den Mechanismus der wichtigeren ausgleichenden Erscheinungen im einzelnen zu erörtern.

Betrachten wir zunächst die Regulation des Wasserzuflusses zu dem tierischen Organismus. Bei der Beschreibung der regulatorischen Prozesse erwähnten wir, daß das Wasserquantum im Blute verhältnismäßig unbedeutenden Veränderungen unterliegt, daß jeder Überschuß entweder durch die Nieren oder durch die Lungen und die Haut oder endlich in die Unterhautgewebe ausgeschieden wird, jeder Mangel aber sich durch die Aufsaugung des Wassers aus den Geweben deckt. Der Mechanismus dieser Regulation findet folgendermaßen statt: wenn das Blut eine bedeutende Menge Wasser, z. B. durch das starke Schwitzen, verliert, so folgt vor allem eine gewisse Blutverdickung oder mit anderen Worten eine Vergrößerung der molekularen Konzentration der im Blute enthaltenen Lösungen chemischer Körper. Infolgedessen vergrößert sich der osmotische Druck, das Blut der Lösungen, welche in den Zellen enthalten sind, wird hypertonisch; es folgt daher eine starke Strömung des Wassers aus den Geweben nach dem Blute bis zur Ausgleichung des osmotischen Druckes. Infolge solcher osmotischen Strömung vermindert sich der Wasserinhalt in den Geweben, und dieser Zustand wird von dem tierischen Organismus als Durst empfunden,¹ welcher durch Zufluß von einem neuen Wasserquantum befriedigt werden muß. Das Wasser wird aufgesaugt und in den Blutkreislauf aufgenommen; dadurch vermindert sich die Blutkonzentration, das Blut der vertrockneten Gewebe wird hypotonisch und es erfolgt

¹ André Mayer, *Essai sur le soif, ses causes et son mécanisme*, 1901.

endlich eine Veränderung der Richtung in der osmotischen Strömung aus dem Blute zu den Geweben bis zur vollständigen Ausgleichung des Druckes. Wenn Wasser in Übermaß aufgesaugt worden ist, so übt dieser Überschuß einen verstärkten Druck auf die Blutgefäßwände aus und dies verursacht wieder seinerseits eine Vergrößerung des Filtrationsprozesses in den Nieren und ruft somit eine Abscheidung des Flüssigkeitsübermaßes mit dem Urin hervor.

Die Konzentration der Lösungen im Blute kann sich nicht nur durch den Wasserverlust vergrößern; derselbe Prozeß kommt vor, wenn der Organismus mit den Speisen eine bedeutende Menge von Mineralsalzen, z. B. Kochsalz, aufnimmt. Dann tritt auch ein verstärkter Wasserzufluß aus den Geweben nach dem Blute mit Durstgefühl verbunden ein; infolgedessen verschlingt der Organismus ein gewisses Wasserquantum, welches die Konzentration des Blutes vermindert, den Durst beseitigt und die Filtration in den Nieren bis zu dem Augenblicke, wo der Überschuß des aufgenommenen Kochsalzes beseitigt wird.

Einen ganz ähnlichen regulatorischen Prozeß finden wir unter pathologischen Bedingungen, bei der sogenannten Zuckerkrankheit. Infolge uns nicht näher bekannter Störungen des Stoffwechsels sammelt sich im Blute ein Überschuß von Zucker, was zu einer Steigerung der molekularen Blutkonzentration und auf Grund des beschriebenen Mechanismus zu einem verstärkten Durste führt. Eine übermäßige Menge von aufgenommenem Wasser ruft eine verstärkte Diurese wach; dadurch scheidet sich nicht nur das Wasser, sondern auch ein gewisser Überschuß an Zucker aus. Da jedoch die vergrößerte Zuckerproduktion ohne Unterbrechung im Organismus stattfindet, so bleiben auch die Erscheinungen des übermäßigen Durstes und der Urinabsonderung bestehen und sind nicht imstande, den Organismus von fortdauernder Störung ganz zu befreien; jedenfalls vollziehen sie eine wichtige Ausgleichfunktion, da der Organismus ohne sie in sehr kurzer Zeit zu existieren aufhören würde. Nur dieser Regulation ist es zu verdanken, daß das zuckerkrankte Individuum oft noch viele Jahre lebt.

Wenn wir jetzt diese Regulation näher betrachten, so sehen wir, daß ihr Wesen in den Grundprozessen des Kreislaufes, namentlich in der Osmose und Filtration, besteht. Diese Prozesse können in dem lebenden Organismus nicht zufällig in der Gestalt der individuellen Variationen entstehen, sondern sie sind

eine notwendige Bedingung jeder Organisation, sie sind sogar in den niederen einzelligen Organismen tätig (besonders Osmose).

Nehmen wir jetzt ein anderes Beispiel, nämlich die Atmungsregulation. Wir haben schon erwähnt, daß die beschleunigten und tieferen Atmungsbewegungen, Dyspnoe genannt, eine wichtige ausgleichende Rolle in vielen pathologischen Prozessen spielen und mit einem erschwerten Gasaustausche im Organismus verbunden sind. Die Atmungsbewegungen, wie sie uns die Physiologie lehrt, stehen unter dem Einflusse des Zentrums, welches im verlängerten Marke lokalisiert ist; seine größere oder mindere Erregung bewirkt eine Beschleunigung oder Verlangsamung der Atmungsbewegungen. Durch welchen Reiz wird die Erregung des Atmungszentrums hervorgerufen? Es ist das Blut oder eigentlich die in dem Blute enthaltenen Gase. Wenn das im Gehirn kreisende Blut mit Sauerstoff stark gesättigt ist und verhältnismäßig kleine Mengen von Kohlensäure enthält, dann hört das Atmungszentrum auf zu reagieren, und es folgt die Apnoe; wenn dagegen das Blut weniger Sauerstoff und mehr Kohlensäure enthält, so tritt die Erregung des Zentrums in kleinerem oder größerem Grade ein. Was hier eigentlich den Reiz bildet, ob der Mangel an Sauerstoff oder der Überschuß an Kohlensäure, darüber sind bis jetzt die Meinungen geteilt.¹ Doch ändert das das Wesen dieser Regulation nicht, weil sich gewöhnlich diese beiden Gase im Blute im quantitativ entgegengesetzten Verhältnis befinden. Wenn der Gasaustausch in den Lungen ungenügend ist, so sammelt sich im Blute eine größere Menge von Kohlensäure und eine kleinere Menge von Sauerstoff, woraus eine größere Erregung des Atmungszentrums erfolgt, welches in solcher Weise reagiert, daß es öftere und tiefere Atmungsbewegungen hervorruft. Durch eine solche Atmungsveränderung verbessert sich der Gasaustausch, das Blut nimmt mehr Sauerstoff auf und scheidet mehr Kohlensäure aus, so daß das mit Gasen übersättigte Blut zum normalen Stande zurückkehrt, die übermäßige Erregung des Atmungszentrums nachläßt und auch die Dyspnoe vorübergeht. Unter pathologischen Bedingungen, wo die Atmungsfläche beständig vermindert ist oder wo die Oxydationsprozesse im Organismus beständig vermehrt sind, muß die Dyspnoe mehr oder minder auch beständig sein.

¹ Cybulski, Physiologie des Menschen, 1891 (polnisch).

In der vorhergehenden Regulation sehen wir den Ausdruck eines strengen Zusammenhanges der äußeren, d. h. Lungenatmung mit der inneren sogenannten Gewebeatmung. Wie bekannt ist, findet in den höheren Organismen ein zweifacher Gasaustausch statt: zuerst in den Atmungsorganen (in den Lungen oder Kiemen), wo das Blut aus der Luft oder aus dem Wasser Sauerstoff aufnimmt und Kohlensäure abgibt, dann in allen Geweben, wo das Blut den Zellen Sauerstoff zuführt und die in ihnen gebildete Kohlensäure aufsaugt. Das Hauptwesen der Atmung ist die innere Gewebeatmung, und von ihr muß der Reiz ausgehen, welcher je nach Bedürfnis den Grad der äußeren Atmung regelt. Dieser Reiz besteht in Überschuß an Kohlensäure. Das Nervensystem ist der Vermittler der Regulation; das Nervensystem vermittelt bei den höheren Tieren immer zwischen den verschiedenen, im Organismus stattfindenden Prozessen und dem Bewegungssysteme. Der Zusammenhang der Gewebeatmung mit der äußeren Atmung ist so eng und zugleich für das Leben so notwendig, daß die vorerwähnte Regulation keine Folge des Zufalles, sondern nur eine notwendige Bedingung der Funktionsdifferenzierung im Organismus sein kann.

Eine besondere Stellung nehmen gewissermaßen die morphologischen Regulationen ein. Betrachten wir nunmehr den Mechanismus irgend einer Regulation aus dieser Reihe, z. B. der Hypertrophie. Die Hypertrophie finden wir überall da, wo die Funktion ununterbrochen verstärkt ist, und wo der Zufluß der Nahrungsstoffe genügend ist. Diese zweite Bedingung spielt hier keine selbständige Rolle, weil sie gewöhnlich mit der verstärkten Funktion zusammenhängt. Die Hauptbedingung der Hypertrophie ist also die verstärkte Funktion. Auf welche Weise bringt die verstärkte Funktion die Hypertrophie hervor? Auf diese Frage sind wir nicht imstande, mit voller Gewißheit zu antworten, weil wir überhaupt den Mechanismus der Funktion nicht kennen und in dieser Hinsicht mit mehr oder minder gelungenen Theorien uns behelfen. Wenn wir die Theorie von Verworn annehmen,¹ daß die Funktion auf dem Zerfall des lebenden Eiweißes, des sogenannten Biogen, beruht, so müssen wir in der Rückkehr der Zellen zu ihrem ursprünglichen Zustande eine Regeneration der Moleküle erblicken. Da die Regeneration, worauf schon Weigert

¹ M. Verworn, Allgemeine Physiologie, 1895.

die Aufmerksamkeit lenkte, sehr oft im Übermaß erfolgt, so könnte uns dieser Umstand die Hypertrophie erklären. Jene Biologen, welche die Theorie Verworn's ablehnen, sind zu der Annahme gezwungen, daß die Hypertrophie eine Reaktion der Assimilation auf die Wirkung des trophischen, von der Funktion gebildeten Reizes ist. Jedenfalls, wenn wir die Theorie in dieser Frage beiseite lassen, bleibt es Tatsache, daß der ständig verstärkte funktionelle Reiz die Assimilation vergrößert und eine Hypertrophie veranlaßt. Die Hypertrophie ist also die Folge einer allgemeinen Reaktion der lebenden Substanz auf die Wirkung der funktionellen Reize. Eine solche Grundeigenschaft kann jedenfalls nicht als eine zufällige Variation gelten.

Endlich sehen wir aus den vorerwähnten Beispielen, daß alle Regulationen anfänglich nicht als zufällige individuelle Variationen bestehen können. Sie sind einerseits mit den Grundprozessen des Lebens und andererseits mit den Hauptfunktionen des Organismus so eng verbunden, daß wir sie für den notwendigen Ausdruck des wechselseitigen Zusammenhanges der verschiedenen differenzierten Funktionen betrachten müssen. Bei der gegebenen Organisation und dem gegebenen Grade der Funktionsdifferenzierung dürfen nur bestehende und nicht andere Regulationen hervortreten. In ihrer Entstehung grundlegende, nicht aber zufällige Ursachen wirken, sie sind notwendige Erscheinungen, nicht eine unter tausend Fällen vielleicht mögliche Erscheinung.

In dieser Hinsicht kann sich die Darwinsche Theorie für die Erklärung der Regulationsentstehung nicht behaupten. Wenn wir aber dabei beharren, daß die Regulationen im Organismus nicht aus zufälligen individuellen Variationen durch Auslese entstehen können, so folgt daraus nicht, daß wir der natürlichen Zuchtwahl bei der weiteren Entwicklung wenigstens einiger Regulationsprozesse jeden Anteil absprechen. Die natürliche Zuchtwahl, die sich der quantitativen Variationen bedient, konnte unzweifelhaft gewisse Regulationen entwickeln und zu dauernden machen. Wir betonen das Wort „gewisse“, weil nicht alle Regulationen den quantitativen individuellen Variationen unterliegen und daher nicht alle der natürlichen Zuchtwahl zugänglich sein können. Wir verstehen unter dem Namen der Regulation die verschiedensten Prozesse: 1. die einen sind gleicherweise die Folge biologischer Grundprozesse, wie auch physikalisch-chemischer Lebensvorgänge (die Regeneration, die Hypertrophie, die Regulation des Wasser-

zuflusses im Organismus u. s. w.); 2. die anderen sind die Folge enger Verknüpfung der differenzierten Organismusfunktionen (die Reflexe, die Regulationen des Kreislaufes, der Atmung, Abscheidung, die funktionelle Vertretung u. s. w.); 3. die dritten endlich sind Funktionen im strengen Sinne des Wortes, welche entweder aus der Verwandlung primitiver Grundfunktionen (Immunität) oder aus den wechselseitigen Funktionsreaktionen (die hypothetischen Funktionen der Schilddrüse, der Nebennieren u. s. w.) entstanden sind. Die Regulationen, welche zu der ersten und zweiten Reihe gehören, sind schon ihrer Natur nach sehr wenig zu Veränderungen geneigt; sie sind so eng mit den Lebensprozessen verbunden, daß wir ihre individuellen quantitativen Variationen ausschließen müssen. Sie hängen so sehr von der gegebenen Organisation und von den gegebenen Organfunktionen ab, daß wir uns ihre Entwicklung nicht anders als im Zusammenhange mit der Entwicklung und phylogenetischen Differenzierung der Funktionen vorstellen können. Eine selbständige von den Funktionen unabhängige Entwicklung dieser Regulationen ist entschieden unmöglich. Ganz anders steht die Sache mit den Regulationen, welche zu der dritten Reihe gehören. Hier haben wir es mit besonderen regulatorischen Funktionen zu tun, welche, wie alle Funktionen des Organismus, je nach ihrer größeren Tätigkeit größere Leistungsfähigkeit erreichen und ziemlich bedeutenden individuellen Variationen unterliegen. Eben diese regulatorischen Prozesse verdanken der natürlichen Zuchtwahl ihre weitere Entwicklung. Wir wiesen vorher darauf hin, daß die Regulationen im Organismus aus zufälligen individuellen Variationen durch natürliche Zuchtwahl nicht entstehen konnten. Auf welche Weise haben sie denn vermocht zu entstehen? Wir geben offen zu, daß diese Frage sehr schwer und heute nur in Gestalt der Hypothese einer regulatorischen Selbstorganisation zu beantworten möglich ist. In dem primitiven einzelligen Organismus können wir schon alle wichtigeren Funktionen bemerken; ein solcher Organismus ernährt sich, atmet, scheidet die Produkte des Stoffwechsels ab, ist erregbar, bewegt sich und vermehrt sich. Je nach der weiteren phylogenetischen Entwicklung beginnen alle Funktionen in den zusammengesetzten Organismen zu differenzieren, sich zu entwickeln und es entstehen ihnen eigene Organe. Trotz ihrer sogar sehr bedeutenden Differenzierung sind diese Funktionen nur ein Ausdruck der Grundprozesse des gemeinsamen

Lebens und müssen auf Grund dieser Gemeinsamkeit eng miteinander zusammenhängen. Mit anderen Worten: die verschiedenen Funktionen des Organismus bestehen ungeachtet der Entwicklung und weiterer Differenzierung, im Verhältnis enger wechselseitiger Abhängigkeit. Jede Funktion ist es entweder selbst oder schafft Reize zu anderen Funktionen; es folgt daraus, daß jede Veränderung derselben entweder unmittelbar oder mittelbar durch geschaffene Reize entsprechende Veränderungen in anderen Funktionen des Organismus hervorruft. Durch jene inneren Reize erreicht der Organismus die für seine Existenz so notwendige Einigkeit und Wirkungsharmonie aller differenzierten Funktionen.

Die Anwesenheit der inneren Reize in dem entwickelten, zusammengesetzten Organismus ist nicht nur eine Mutmaßung, es gibt unwiderlegbare Tatsachen, welche dies beweisen. Wir wissen z. B., daß das mit Kohlensäure überladene Blut einen Reiz für das Atmungszentrum im verlängerten Mark darstellt, daß der hohe Arteriendruck einen Reiz für das Vaguszentrum ist, daß das an roten Blutkörperchen arme Blut einen Reiz für die blutbildenden Organe gibt, daß die verstärkte funktionelle Arbeit als Reiz für die Assimilation dient u. s. w. Alles das sind bewiesene, unanfechtbare Tatsachen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß viele Organe chemische, innere Reize bilden (von Brown-Sequard la sécrétion interne genannt); wenigstens scheinen es die bekannten Experimente mit den Extrakten aus den Schilddrüsen und Nebennieren zu beweisen. Also ist der Zusammenhang der Funktionen im zusammengesetzten Organismus nicht nur wahrscheinlich, sondern gewissermaßen fast sicher.

Es gibt auch Tatsachen, welche dafür sprechen, daß ein beständig wirkender Reiz eine Veränderung in dem Bau der lebenden Materie, mit anderen Worten, eine entsprechende Organisation bilden kann. Wir wissen z. B., daß der verstärkte Blutdruck bei dem kollateralen Kreislaufe eine Veränderung in der Organisation der Kapillarenwand hervorruft, daß bei anormalem Knochen- oder Gelenkzusammenwuchs die Druck- und Zugkräfte eine andere Zusammenstellung des Knochengerüsts veranlassen u. s. w. Dieses Verhalten könnte uns im Organismus die Entstehung der Wirkung innerer Reize entsprechenden regulatorischen Organisation erklären, z. B. der reflektorischen Nervenbogen, der verschiedenen Leitungswege, der Zentren und sogar der regulatorischen Funk-

tionen. Schließlich folgt daraus, daß der Organismus selbst seine eigenen Regulationen mittelst innerer Reize schafft.

Es entsteht nunmehr die Frage, auf welche Weise der Reiz dauernde Veränderungen in der Organisation hervorruft. Zur Erklärung dieses Prozesses hat W. Roux¹ eine kunstvolle Theorie erdacht, welche eigentlich eine Anwendung der Darwinschen Selektionstheorie auf die biologischen Elemente ist. Es ist bekannt, daß der Organismus aus Milliarden von Zellen besteht, von welchen jede eine eigene Organisation hat und aus Protoplasmamolekülen oder aus sogenannten biologischen Elementen zusammengesetzt ist. Den Organismus können wir also als eine Kolonie von Zellen und die Zelle als eine Kolonie von biologischen Elementen betrachten. In diesen Kolonien leben die Individuen (die Zellen und Elemente) nebeneinander und führen miteinander einen Kampf ums Dasein oder, wie Roux sagt, um Raum und Nahrung, in welchem Kampf die stärkeren Individuen siegen, die schwächeren dagegen untergehen müssen. Das also, was nach der Theorie von Darwin zwischen den organischen Individuen geschieht, welche selbständige Lebewesen darstellen, soll auch zwischen ihren Bestandteilen geschehen.

Nehmen wir an, auf eine gewisse Zelle wirke irgend ein Reiz. Unter den biologischen Elementen, aus welchen diese Zelle gebildet wird, finden sich gewiß solche Elemente, welche auf die Wirkung dieses Reizes mehr reagieren und infolgedessen einer verstärkten Tätigkeit unterworfen sind. Da jede verstärkte Tätigkeit eine verstärkte Assimilation und Regeneration hervorruft, so verschlingen die tätigen biologischen Elemente das ganze Ernährungsmaterial der Zelle und vermehren sich schnell, die untätigen dagegen müssen wegen Nahrungsmangels zugrunde gehen. Auf diese Weise differenziert sich unter dem Einfluß eines gleichförmigen Reizes die Zelle entsprechend, d. h. es gewinnen in ihr solche Elemente die Oberhand, welche gegen die Wirkung eines gewissen Reizes am meisten reagieren. Derselbe Prozeß geht vor sich, wenn ein Reiz seine Wirkung auf eine ganze Zellenzusammensetzung ausübt: auch hier gewinnen die Oberhand und siegen die Zellen, welche die meisten erregbaren und somit tätigen Elemente enthalten, es gehen dagegen diejenigen zugrunde, welche keine solchen Elemente oder nur in viel geringerem Grade besitzen.

¹ W. Roux, *Der Kampf der Teile im Organismus*, 1881.

Endlich werden unter Wirkung verschiedener gleichförmiger Reize verschiedene differenzierte Gewebe geschaffen: Muskel, Drüsen, Nervengewebe und verschiedene entsprechende Organe.

So stellt sich in einem kurzen Abriss die Theorie der Selbstorganisation von W. Roux dar, welche man auch auf die regulatorische Selbstorganisation anwenden kann. Unzweifelhaft ist dies nur eine Theorie, welche viele hypothetische Faktoren enthält und sich auf verhältnismäßig wenige Tatsachen stützt; jedoch können wir beim jetzigen Stande unserer Wissenschaft keine andere Erklärung geben. Wir können den modernen Neo-animismus jedenfalls nicht als eine wissenschaftliche Theorie betrachten und in der regulatorischen Selbstorganisation die Folge einer Wirkung einer Zellenseele mit darin verborgenem Willen und Vernunft erkennen.

Ehe wir diesen Abschnitt schließen, müssen wir noch die Bedeutung der Regulationen für den Organismus als ein Ganzes erwägen. In letzter Zeit unternahm man oft Versuche, das Leben vom Standpunkte der theoretischen Mechanik aus zu definieren. Obgleich diese Versuche fehlgeschlagen sind und uns keine reelle Definition geben, so zeigen sie jedoch das gegenseitige Verhältnis der Prozesse zueinander, welche das Lebensganze darstellen, und können uns deshalb zum Hinweis auf die Bedeutung der Regulationserscheinungen von Nutzen sein. Die allererste derartige Definition gab E. du Bois-Reymond, welcher das Leben als ein dynamisches Gleichgewicht der Materie definierte. „Was das Lebende vom Toten,“ sagt du Bois-Reymond,¹ „die Pflanze und das nur in seinen körperlichen Funktionen betrachtete Tier vom Kristall unterscheidet, ist zuletzt dieses: Im Kristall befindet sich die Materie in stabilem Gleichgewicht, während durch das Lebewesen ein Strom von Materie sich ergießt, die Materie darin in mehr oder minder vollkommenem dynamischen Gleichgewichte sich befindet mit bald positiver, bald der Null gleicher, bald negativer Bilanz.“

Dieser von du Bois-Reymond aufgestellte Vergleich unterlag von verschiedenen Seiten der Kritik. Man lenkte ganz richtig die Aufmerksamkeit darauf, daß das Gegenteil zu dem stabilen Gleichgewicht der Materie das labile Gleichgewicht ist,

¹ E. du Bois-Reymond, Über die Grenzen des Naturerkennens. 9. Aufl. 1903. S. 30.

daß man den Begriff des dynamischen Gleichgewichtes nicht auf die Materie anwenden kann. Hauptmann änderte somit auch die Definition von du Bois-Reymond und stellte denselben Gedanken in anderer Gestalt dar. Den lebenden Organismus faßt Hauptmann mechanisch als ein System auf; er versteht unter System eine Vereinigung der Teile, welche derart miteinander verbunden sind, daß unsere Sinne sie als einen Körper auffassen. „Da nun,“ sagt Hauptmann,¹ „Systeme, die fort-dauernd bzw. innerhalb gewisser Bedingungen und Zeitgrenzen chemische Umsetzungen in sich erfahren und Energien an ihre Umgebung abgeben, innerhalb dieser Grenzen sich nur erhalten können, wenn sie der sinnfällige Ausdruck eines Prozeßgleichgewichtes sind, so kann man die Lebewesen den anorganischen Körpern gegenüber ganz allgemein als Systeme charakterisieren, in denen nicht einfache Massenteilchen, sondern verschiedene Prozesse sich gegenseitig in Gleichgewicht halten und kann danach die Lebewesen von den statischen Systemen kristallisierter, kristallinischer oder amorpher Anorgane als dynamische Systeme unterscheiden.“

Ostwald behauptet, daß der Begriff des Gleichgewichtes das Wesen des Lebens nicht ausdrücken kann, weil beim Gleichgewichte die Tätigkeiten so ausgeglichen sind, daß hier kein Geschehnis stattfindet. Die Lebensprozesse gehören nach der Meinung dieses Verfassers zu den stationären Zuständen, wo der Energie-wechsel durch Selbstregulationsprozesse zu einer gewissen mehr oder weniger dauerhaften Beständigkeit gelangt ist. „Der Organismus,“ sagt Ostwald,² „ist ein Komplex chemischer Energien, deren Umwandlung in andere Formen sich derart regelt, daß ein stationärer Zustand entsteht.“

In allen diesen Definitionen dringt ständig, trotz vorkommender Unterschiede, der Hauptgedanke durch, daß die Lebensprozesse auf Grund einer gegenseitigen Regulation erfolgen, daß nur unter dieser Bedingung das Leben denkbar ist. Gleichviel, ob wir das Leben als ein dynamisches Gleichgewicht der Materie, ob wir es als Gleichgewicht der Prozesse oder als einen stationären Zustand ansehen, so liegen doch dem Wesen aller dieser Begriffe die ausgleichenden, regulatorischen Erscheinungen zugrunde. Es läßt sich kein System dynamischen Gleichgewichtes oder stationärer

¹ Hauptmann, Die Metaphysik in der modernen Physiologie, 1893, S. 328.

² W. Ostwald, Vorlesungen über Naturphilosophie. II. Auflage, 1902.

Zustände ohne entsprechende Regulationen denken, welche eine notwendige innere Bedingung des Systems ausmachen. In Anbetracht dessen können wir wenigstens in bezug auf die Regulation den Grundgedanken des Darwinismus umkehren, welcher behauptet, daß „das Nützliche zum Notwendigen wird“,¹ denn in den Regulationen sehen wir umgekehrt, daß das für den Organismus Notwendige zugleich auch zum Nützlichen wird.

IV

Wir haben in den vorigen Abschnitten erwähnt, daß die Regulationen zweckmäßige, für den Organismus nützliche Prozesse sind, daß der Organismus durch ihre Vermittlung sich vor der Wirkung schädlicher Reize sichert oder entstehende Störungen ausgleicht. Jetzt entsteht die Frage, wie man die Zweckmäßigkeit dieser Erscheinungen verstehen soll, ob dieselben tatsächlich besonders verknüpft sind, oder ob wir es hier nur mit einem besonderen Standpunkte, von welchem aus wir sie betrachten, zu tun haben? Diese Fragen gehören zum Gebiet der Erkenntnistheorie und bedürfen ziemlich weitgehender, theoretischer Besprechungen. Der Umfang meiner Arbeit erlaubt mir nicht diese Frage eingehender zu erläutern und daher muß ich mich auf die Betrachtung der Lehren von der Erkenntnistheorie der Gegenwart beschränken.

Den Ausgangspunkt der modernen Erkenntnistheorie bildet unzweifelhaft die Lehre von Kant; mit ihr müssen wir auch unsere Analyse anfangen. Um die Kantische Anschauung von der Zweckmäßigkeit zu verstehen, müssen wir zunächst an seine schematische Einteilung der geistigen Fähigkeiten erinnern. Kant teilt sie vor allem in zwei Hauptklassen: in die Vernunft und in den Verstand; die Vernunft ist ein Begehungsvermögen, der Verstand ein Erkenntnisvermögen. Letzterer ist in der theoretischen Erkenntnis tätig, erstere im praktischen Leben, in unserm Handeln. Die Vernunft und der Verstand besitzen sogenannte reine Begriffe a priori, welche an und für sich jeden Inhalts entbehren und erst in Verbindung mit den von der Erfahrung gegebenen Vorstellungen (Verstandesbegriffe), oder mit unseren Handlungen (Vernunftbegriff) eigentliche Bedeutung bekommen. Die reinen Verstandesbegriffe nennt Kant Kategorien

¹ „Das Nützliche wird zum Notwendigen, sobald es möglich ist.“ A. Weismann, *Amphimixis*, 1891, S. 159.

und zu ihnen zählt er die Kausalität; der reine Vernunftbegriff ist der Endzweck. Der Verstand und die Vernunft erschöpfen nicht alle unsere geistigen Fähigkeiten, es gibt noch ein drittes Geistesvermögen, welches man Urteilskraft nennen kann und welches eine vermittelnde Stellung zwischen dem Verstande und der Vernunft einnimmt. Sie verleiht dem Detail seine gewisse Einigkeit oder ordnet die Einzelheit gewissen allgemeinen Begriffen unter. Die Urteilskraft vereinigt gewissermaßen die Vernunft mit dem Verstande; aus der Vereinigung des reinen Verstandesbegriffes der Ursache mit dem reinen Vernunftbegriffe des Endzweckes entsteht der Zweckmäßigkeitbegriff, welchem die Urteilskraft die beobachteten Erscheinungen unterordnet: sie führt so zur zweckmäßigen Erklärung derselben.

Das Verhältnis der Kausalität zur Zweckmäßigkeit stellt Kant folgendermaßen dar: „Die Kausalverbindung, sofern sie bloß durch den Verstand gedacht wird, ist eine Verknüpfung, die eine Reihe ausmacht, welche immer abwärts geht, und die Dinge selbst, welche als Wirkungen, andere als Ursache voraussetzen, können von diesen nicht gegenseitig zugleich Ursache sein. Diese Kausalverbindung nennt man die der wirkenden Ursachen (nexus effectivus). Dagegen aber kann doch auch eine Kausalverbindung nach einem Vernunftbegriffe (von Zwecken) gedacht werden, welche, wenn man sie als Reihe betrachtete, sowohl abwärts als aufwärts Abhängigkeit bei sich führen würde, in der das Ding, welches einmal als Wirkung bezeichnet wird, dennoch aufwärts den Namen einer Ursache desjenigen Dinges verdient, wovon es die Wirkung ist. Im Praktischen (nämlich der Kunst) findet man leicht dergleichen Verknüpfung, wie z. B. das Haus zwar die Ursache der Gelder ist, die für Miete eingenommen werden, aber doch auch umgekehrt die Vorstellung von diesem möglichen Einkommen die Ursache der Erbauung des Hauses war. Eine solche Kausalverknüpfung wird die der Endursachen (nexus finalis) genannt. Man könnte die erste vielleicht schicklicher die Verknüpfung der realen, die zweite der idealen Ursachen nennen, weil bei dieser Benennung zugleich begriffen wird, daß es nicht mehr als diese zwei Arten der Kausalität geben könne.“

Mit einem Worte, wenn wir die Kantischen Anschauungen über diese Frage zusammenfassen, so sehen wir, daß die Zweck-

¹ Kant, Kritik der Urteilskraft (Ausgabe von Kehrbach) § 65.

mäßigkeit nur eine gewisse besondere Kausalität ist, welche mit Rücksicht auf den allgemeinen Zweckbegriff betrachtet wird, daß in Wirklichkeit weder ein kausaler, noch ein zweckmäßiger Zusammenhang besteht, sondern daß sie entweder die Gestalt darstellt, unter welcher der Verstand die miteinander verknüpften Erscheinungen begreift, oder die Gestalt, unter welcher sie die Urteilskraft verallgemeinert. Sofern sich nach einigen Stellen der Einleitung in die Kritik der Urteilskraft urteilen läßt, schreibt Kant der Zweckmäßigkeit eine viel geringere Bedeutung zu, als der Kausalität. Die Kausalität ist ein notwendiger Begriff, ohne welchen keine Erfahrung bestehen kann; die Zweckmäßigkeit besitzt diese Notwendigkeit nicht, sie ist vielmehr ein Ausdruck der Verallgemeinerung und der Zurechtstellung derjenigen Erscheinungen, welche wir in bezug auf ihre Verwicklung nicht auf den kausalen Zusammenhang zurückführen können. Als solche betrachtet Kant die biologische Erscheinung.

Die Lehre von Kant stellt unzweifelhaft eine entschiedene Wendung in der geschichtlichen Entwicklung der Zweckmäßigkeitsfrage dar. Er war der erste, der den metaphysischen Zweckbegriff von dem methodologischen streng trennte und die ganze Frage auf den methodologischen Grund stellte. Er hat auch bewiesen, daß die Zweckmäßigkeit, von dem methodologischen Standpunkte aus betrachtet, sich mit der Kausalität vereinigen läßt, und daß diese beiden Begriffe gewissermaßen einander ersetzen können. Wir sagen gewissermaßen, weil Kant den Anwendungsumfang der Zweckmäßigkeit in den Naturwissenschaften nur auf die biologischen Erscheinungen beschränkte.

Die Erkenntnistheorie der Gegenwart stimmt den endgültigen Kantischen Folgerungen bei, doch in bezug auf seine letzte Folgerung mit einem gewissen Vorbehalt. Die Hauptvertreter der modernen Erkenntnistheorie, Wundt und Sigwart, beweisen, daß die Zweckmäßigkeit und die Kausalität einander vollkommen ersetzen können, daß jede Erscheinung sowohl ursächlich als zweckmäßig betrachtet werden kann, und daß zwischen diesen Begriffen kein prinzipieller Unterschied enthalten ist. Nach Wundts Meinung findet sich die psychologische Entwicklung des Zweckbegriffes in einem sehr nahen Zusammenhange mit der Entwicklung des Ursachebegriffes. Diese beiden Begriffe sind aus der verschiedenen Betrachtung und Auffassung unserer willkürlichen Bewegungen und die durch diese hervorgerufenen äußeren

Veränderungen entstanden. In einem Falle erscheint uns unsere Bewegung als Ursache, die äußere Veränderung dagegen als Wirkung; in anderem Falle erscheint die Bewegung als Mittel und die hervorgerufene Veränderung als Zweck. Objektiv muß das Mittel dem Zwecke vorangehen, gleicherweise, wie die Ursache immer der Wirkung vorangeht. Der wesentliche Unterschied besteht hier in dem Umstande, daß in den Kausalverhältnissen die Ursache nicht nur objektiv, sondern auch subjektiv in unserer Vorstellung der Wirkung vorangeht, während in den Zweckverhältnissen die Vorstellung des Zweckes, jener Veränderung, welche hervorgebracht werden soll, eher erscheint, als die Vorstellung des Mittels, der hervorbringenden Tätigkeit. „So zeigt es sich,“ sagt Wundt weiter, „daß es kein Erscheinungsgebiet gibt, auf das nicht neben dem Kausalgesetz das Zweckprinzip anwendbar wäre, wenn auch besondere Umstände uns veranlassen, bald das eine, bald das andere zu bevorzugen. Niemals aber schließen beide Prinzipien sich aus, und insbesondere ist die Anwendung des Zweckprinzips nur unter der Voraussetzung der gleichzeitigen Gültigkeit des Kausalgesetzes möglich.“

Also besteht nach Wundts Meinung ein strenger Austausch dieser beiden Begriffe. Wir sprechen dann von der kausalen Reihenfolge der Erscheinungen, wenn wir in ihrer Betrachtung von der bedingenden zu der bedingten Erscheinung fortschreiten, von der zweckmäßigen dagegen dann, wenn wir umgekehrt von der bedingten zu der bedingenden Erscheinung gehen. Unser Verstand geht am öftesten in der ersten Richtung, aber er hindert uns nicht im geringsten, die entgegengesetzte Richtung einzuschlagen, und wir können bei gegebener Wirkung fragen, was ihrer Entstehung vorausgehen soll; und in diesem Falle folgen wir dem Zweckgrunde.

In dieser methodologischen Bedeutung sind die Kausalität und Zweckmäßigkeit eigentlich nur subjektive Erkenntnisgründe. Sie sind, wie Wundt erklärt, durch die Anwendung des in unsren Gedanken herrschenden, logischen Gesetzes des zureichenden Grundes an die Erfahrung entstanden. Außer dieser subjektiven Zweckmäßigkeit, welche in den allgemeinen Erkenntnisgründen hervortritt, finden wir noch in einem gewissen beschränkten Umfange der Erkenntnis eine objektive Zweckmäßigkeit. Sie tritt in allen

¹ Wundt, Logik. I. Band: Erkenntnislehre. II. Auflage, 1893, S. 642 u. ff.

willkürlichen Handlungen überall da hervor, wo die gedachte Zweckvorstellung durch verschiedene entsprechende Mittel so oder anders verwirklicht wird. Hier haben wir es mit einer wirklichen teleologischen Folge zu tun, hier ist in der Tat die Zweckvorstellung die Ursache eines gewissen Geschehnisses. Solche Erscheinungsverhältnisse finden wir in den Kunstwerken, in den Sitten der Menschen, in der gesetzlichen Ordnung der Gesellschaften u. s. w.; in folgedessen ist die Zweckmäßigkeit in allen Wissenschaften, welche diese Objekte betreffen (die Ästhetik, die Ethik, die Soziologie), der Hauptgrund der Forschung, weil sie keine umgekehrte Betrachtung des Kausalzusammenhanges, sondern die eigentümliche Bedingung der Erscheinungen darstellt. Wundt setzt die Möglichkeit voraus, daß auch die zusammengesetzte Organisation der Lebewesen unter dem Einfluß ihrer willkürlichen Vorstellungen entstehen konnte, und in folgedessen rechnet er die Biologie zu den Wissenschaften, wo die Zweckmäßigkeit den grundsächlichen, auf das wirkliche Verhältnis der Erscheinungen begründeten Forschungsgrund darstellen soll.

Sigwart behauptet gleichfalls, daß die Zweckmäßigkeit und Kausalität zwei Begriffe sind, welche einander keineswegs ausschließen. Wenn wir in der Betrachtung des Zusammenhanges der Erscheinungen als Ausgangspunkt die Ursache nehmen und fragen, welche Wirkung diese Ursache hervorbringt, so folgen wir dem Kausalprinzip, wenn wir dagegen als Ausgangspunkt die Wirkung nehmen und fragen, welche Kombination von Ursachen diese Wirkung hervorbringen kann und soll, so folgen wir in unserer Forschung dem Zweckprinzip. Die Kausalität und Zweckmäßigkeit kann man in gewissem Grade als gegenseitige und sich einander ergänzende Tätigkeiten betrachten, wie etwa die Division und Multiplikation. Die kausale Betrachtung zeigt, daß $6 \text{ mal } 6 = 36$ ist, die Betrachtung in bezug auf den Zweck nimmt als Ausgangspunkt das Produkt 36 und zeigt, daß 36 sowohl durch Multiplikation der 4 mit 9 als auch der 6 mit 6 entstehen kann. Wir haben in diesem Falle zwei Möglichkeiten, aber nach Sigwarts Meinung führt die Betrachtung der Erscheinungen in bezug auf den Zweck sehr oft zu dem disjunktiven Urteile, welches aussagt, daß entweder diese oder jene Kombination von Ursachen zu einem Erfolge notwendig ist.

„Hätten wir,“ sagt Sigwart,¹ „eine durchgängige Einsicht in

¹ Sigwart, Logik. II. Band: Methodenlehre. II. Auflage, 1878, S. 215 u. ff.

den Kausalzusammenhang der Welt, so würden sich beide Betrachtungsweisen vollkommen decken, und soweit wir diese Einsicht haben, lassen sich die Zusammenhänge auf die eine wie auf die andere Weise darstellen. Wenn die Betrachtung der gegebenen Massen und Bahnelemente der Planeten durch Rechnung ergibt, daß ihre gegenseitigen Störungen sich immer wieder ausgleichen und nur innerhalb bestimmter Grenzen Oscillationen in den Bahnelementen hervorbringen, so erscheint die Stabilität des Sonnensystems als der notwendige Erfolg gegebener Ursachen, und das ist die kausale Betrachtung. Gehen wir dagegen von dem Sonnensystem als einem stabilen Ganzen aus und fragen, wodurch diese Stabilität zustande kommt, so erscheint jetzt die Fortdauer der Beziehungen seiner Bestandteile als Zweck, und es fragt sich, unter welchen Bedingungen sie möglich ist; es ergeben sich vielleicht verschiedene Möglichkeiten, unter denen die eine verwirklicht ist; das ist die formell teleologische Betrachtung.“

Da aber heute der kausale Zusammenhang aller Erscheinungen uns nicht völlig bekannt ist, so wenden wir je nach Umständen einmal nur die kausale, das andere Mal die teleologische Betrachtung an. Was nötigt uns hier eine Wahl zu treffen? Über diese Frage entscheidet Sigwart anders als Wundt. Wir haben schon erwähnt, daß Wundt das Bestehen einer objektiven Zweckmäßigkeit annimmt, daß also alle Erscheinungen, welche den objektiven Zweck ausdrücken, sich zunächst zu einer teleologischen Betrachtung eignen. Sigwart sieht in dem Zweckbegriffe den Grund, welcher verschiedene Teile eines gewissen Ganzen vereinigt. Also überall da, wo wir mit einem zusammengesetzten Ganzen, mit einem Systeme miteinander verbundener Teile zu tun haben, ist die teleologische Betrachtung gewissermaßen notwendig, weil die einzeln genommenen oder einzeln betrachteten Teile nicht imstande sind, die Einheit, welche das Ganze darstellt, zu erklären. So ein zusammengesetztes Ganze sehen wir z. B. in den lebenden Organismen. „Die Erhaltung der Individuen und Gattungen, sagt Sigwart, ist ein konstanter, immer sich wiederholender Erfolg; aber mit welcher Notwendigkeit die Stoffe zu organischen Formen sich vereinigen und die einzelnen Glieder sich zusammenfinden, wissen wir aus den allgemeinen Eigenschaften dieser Stoffe nicht zu erklären; und so ist hier die ganz natürliche Betrachtung, diese Erscheinungen so zu verstehen, daß das Ganze und sein Bestand als Ausgangspunkt genommen und gefragt wird, welche

Mittel diesen tatsächlichen Erfolg hervorbringen. Aus dem Zwecke des Ganzen ergibt sich die bestimmte Verknüpfung und Wirkungsweise so geformter Teile; das Verhältnis jedes Bestandteiles zur Einheit ist begriffen, wenn der Beitrag feststeht, den es zur Erhaltung und dem Fortbestand aller anderen Teile in ihrer Verknüpfung liefert.“ Es versteht sich von selbst, daß der Zweckbegriff die kausale Betrachtung nicht aufhebt, sondern sie gezwungenerweise vervollständigt.

So stellen sich die fast allgemein angenommenen und am meisten verbreiteten Anschauungen in der Erkenntnistheorie der Gegenwart. Jetzt entsteht die Frage, ob solche Darstellung der Zweckmäßigkeit richtig ist, ob man in der Tat den ganzen Unterschied zwischen der Kausalität und Zweckmäßigkeit auf die verschiedene Betrachtungsweise eines und desselben Zusammenhanges der Erscheinungen zurückführen darf, ob es in dem zweckmäßigen Zusammenhange keinen anderen besonderen Bestandteil gibt? Nach meiner Meinung verhält es sich nicht so. Ich meine, daß der Ausgangspunkt in der Betrachtung der Erscheinungen hier keine wesentliche Bedeutung hat; ob wir bei Betrachtung des kausalen Zusammenhanges mit der Ursache oder mit der Wirkung beginnen, so wird es doch immer nur eine kausale Betrachtung und Forschung sein. In der kausalen Forschung brauchen wir nicht notwendig von der Ursache zur Wirkung zu schreiten, sondern wir bedienen uns sowohl dieser als auch jener entgegengesetzten Betrachtungsweise. Gewöhnlich fangen wir sogar die kausale Forschung mit der Frage an, durch welche Ursachen die gegebene Erscheinung hervorgebracht wird, und erst, wenn wir in dieser Richtung zu gewissen Schlüssen gelangt sind, stellen wir die Gegenfrage, ob durch die gefundene Ursache diese und keine andere Wirkung hervorgebracht ist. Wenn wir die Fäulniserscheinung organischer Körper untersuchen, so müssen wir selbstverständlich diese Erscheinung als eine Wirkung unbekannter, aber von uns gesuchter Ursachen ansehen. Bei mikroskopischer Untersuchung faulender, organischer Körper finden wir eine ständige Anwesenheit von Mikroorganismen, woraus wir schließen, daß die Mikroorganismen die wahrscheinliche Fäulnisursache sind. Jetzt kehren wir die Untersuchung um und fragen: ob in der Tat die Anwesenheit der Bakterien stetig den Fäulnisprozeß hervorbringt und deren Abwesenheit ihn zurückhält? Die Antwort auf diese Frage, soweit sie durch entsprechend vorgenommene Ex-

perimente erfolgt ist, überzeugt uns nur, daß die Mikroorganismen die Ursache dieses Prozesses sind. Wir haben in diesem Falle vor uns ein gewöhnliches Beispiel der kausalen Forschung, in welcher wir von der Wirkung zu der Ursache und umgekehrt von der Ursache zu der Wirkung schreiten; es ist hier keine Spur von Zweckmäßigkeit. Sogar in den von Sigwart gegebenen Beispielen können wir keine eigentliche Zweckmäßigkeit finden. Wenn wir fragen, wodurch die Stabilität des Sonnensystems zustande kommt, unter welchen Bedingungen sie möglich ist, oder welche Bedingungen für die Erhaltung der Individuen und Gattungen notwendig sind, so gibt es in der Betrachtung der Erscheinungen von diesem Gesichtspunkte aus eigentlich nichts Zweckmäßiges, es ist nur eine kausale Betrachtung.

Das vorige Mißverständnis bei der Auffassung der Kausalität und Zweckmäßigkeit beruht nach meiner Meinung auf der fehlerhaften Analyse des Zweckbegriffes. Als das Wesen des Zweckes nimmt Wundt ausdrücklich die Antizipation der Wirkung. Der ganze Unterschied der Wirkung und des Zweckes soll darin bestehen, daß die Wirkung in unserem Verstande nach ihrer Verwirklichung, der Zweck dagegen vor ihrer Verwirklichung erscheint; der Zweck ist also eine Wirkung, welche durch ihre Vorstellung antizipiert ist. Aber eine solche Auffassung ist unrichtig, der Zweck ist eigentlich nicht antizipiert, sondern beabsichtigt oder, wie der gründliche Kenner dieser Frage, Paul Janet,¹ sagt: er ist eine vorher beschlossene Wirkung (*l'effet prédéterminé*). Sofern die Vorstellung von der Wirkung nur in unserer Erkenntnis besteht, ist sie eine vorgestellte, vorausgesetzte oder erwartete Wirkung, aber niemals ein Zweck. Der Zweck tritt erst dann ein, wenn die Vorstellung von der Wirkung zum Antrieb unseres Willens wird. Ich kann mir eine gewisse Erscheinung, sogar ihre möglichen Ursachen vorstellen; wenn aber mit dieser Vorstellung kein Verlangen, keine Absicht, keine Entschliebung, mit einem Worte, keine Willenstätigkeit verbunden ist, so bleibt dies nur eine Wirkung und Ursache in der Vorstellung, aber nicht Zweck und Mittel.² So stellt sich der Zweck in den

¹ Paul Janet, *Les causes finales*. IV. édition, 1901, p. 4.

² „Man darf, sagt O. Liebmann, nicht definieren: ‚Wille ist Vorstellung dessen, was wir tun werden‘ . . . Man darf nicht sagen: der Satz ‚ich will gehen‘ bedeute dasselbe wie ‚ich stelle mir vor, daß ich gehen werde‘. Sonst wäre kein Unterschied zwischen Willen und Erwartung.“ O. Liebmann, *Gedanken und Tatsachen*, 1899, I. Band, S. 453.

Handlungen und Absicht der Menschen, in gewöhnlicher Bedeutung dieses Wortes dar. So wurde er auch in der mythologischen und theologischen Anschauung auf die Welt und die uns umgebenden Erscheinungen angewandt; hier ist der Zweck eine in bezug auf den Willen der Gottheit aufgefaßte Wirkung.

Wenn wir nun den Begriff des Zweckmäßigen in der Wissenschaft einführen, so müssen wir von ihm alle anthropomorphischen Eigenschaften entfernen; anstatt der Willensbetätigung, der Entschliebung bleibt ihm also nur die allgemeine Eigenschaft der Beziehung, und schließlich wird in wissenschaftlicher, methodologischer Bedeutung die Zweckmäßigkeit eine im Verhältnis zu einem dritten Faktor betrachtete Wirkung bedeuten. Wenn wir die zweckmäßige Erscheinung der Regeneration betrachten, so betrachten wir die Wirkung der Beschädigung im Verhältnis zum ganzen Organismus, zu seiner Existenz und seinem Bedürfnis. Wenn wir vom Gesichtspunkte der Zweckmäßigkeit aus den Prozeß der Atmungsstörungen betrachten, so beobachten wir die Wirkung (gesteigerte Atmungsbewegungen) im Verhältnis zum ganzen Organismus, zu seiner durch die Atmungsstörung bedrohten Existenz und dergl. An der Hand obiger Beispiele sehen wir, daß immer der Organismus als ein Ganzes zum dritten Faktor wird, auf den wir in Regulationsprozessen die zweckmäßige Betrachtung anwenden. Wir sagten im vorigen Abschnitt, daß wir den Organismus als ein dynamisches System und das Leben des Organismus als Gleichgewicht der Prozesse auffassen können. So bedeutet die zweckmäßige Betrachtung der Erscheinungen, welche in einem solchen System vorkommen, eine Beobachtung ihres Verhältnisses zum allgemeinen Gleichgewicht des ganzen Systems.

Es braucht nicht nur ein Individuum unter dem Begriff des Systems aufgefaßt zu werden, als System können wir auch eine Sammlung ähnlicher Individuen, wie z. B. eine Gattung, verstehen, und dann führt die teleologische Betrachtung zum Erkennen des Verhältnisses unter den Erscheinungen bei den Individuen des Systems zum Gleichgewicht, zur Existenz des ganzen Systems oder der ganzen Gattung. Dieselbe Anschauung können wir auch bei der menschlichen Gesellschaft anwenden; die Gesellschaft, das Volk, der Staat bilden in gleicher Weise ein zusammengesetztes System, bei dem wir das Verhältnis der Handlungen eines Individuums oder einer ganzen Institution zu der Existenz und dem Gleichgewicht der Gesellschaft als einem Ganzen betrachten können.

Eine solche Betrachtung wird zweifelsohne den Charakter der zweckmäßigen Betrachtung tragen. Daher beruht die teleologische Forschung nicht auf einer umgekehrten kausalen Forschung, sondern auf einem ganz besonderen Prozeß, auf dem Beobachten bei den Erscheinungen des Systems, wie sich das Verhältnis der Wirkung zu dem ganzen System verhält.

Wenn wir die Zweckmäßigkeit auf diese Weise verstehen, so fragt es sich, welche Beziehung zwischen dieser Verknüpfung von Erscheinungen und der Kausalität besteht. Aus obigen kritischen Bemerkungen erhellt, daß kein Verhältnis gegenseitigen Ersetzens besteht, wie es die moderne Erkenntnistheorie haben will. Die kausale Betrachtung der Erscheinungen kann die zweckmäßige ganz entbehren, wie wir dies in der Chemie, Physik und ähnlichen Wissenschaften sehen, dagegen ist eine zweckmäßige Betrachtung ohne kausale Verknüpfung unmöglich. Die Teleologie vervollständigt eigentlich nur die kausale Betrachtung, aber auch dies nur in deren bestimmten Gebieten (zusammengesetzte Erscheinungen in Gestalt der Systeme). Wenn, wie wir vorhin sagten, der Zweck auf dem Verhältnis der Wirkung zu dem Ganzen des Systems beruht, so können nur die als Wirkung gewisser Ursachen oder einer gewissen Ursache aufgefaßten Erscheinungen zum Ausgangspunkt für zweckmäßige Betrachtung werden. Die Wirkung kann hier von der tätigen Ursache sehr weit entfernt liegen; die mittleren Glieder zwischen entfernter Ursache und Wirkung können unbekannt sein, doch müssen im Ganzen des zweckmäßigen Betrachtens drei Elemente vorhanden sein: 1. die Ursache, 2. die Wirkung und 3. das Verhältnis der Wirkung zum Ganzen des Systems. Wenn jemand Arsenik einnimmt und Erbrechen bekommt, so weist hier die zweckmäßige Betrachtung drei Momente auf: 1. die Giftaufnahme als Ursache, 2. das Erbrechen als Wirkung und 3. den Schutz vor einer Vergiftung als ein Verhältnis der Wirkung zum Gleichgewicht des Organismus.

Eine solche aus je drei Gliedern bestehende Verknüpfung der Erscheinungen ist den zweckmäßigen biologischen Prozessen so sehr eigen, daß eine strenge Analyse sie zum Vorschein bringen muß. Und in der Tat, obgleich Coßmann sich nur mit der Analyse biologischer Prozesse befaßte, wurde doch von ihm folgendes Prinzip ihrer Verknüpfungen entdeckt: wenn im Organismus eine gewisse Erscheinung *c* auftritt, so zieht sie eine

andere Erscheinung d in dem Grade nach sich, daß als deren Folge eine dritte Erscheinung e eintreten muß. Wenn wir durch starkes Licht die Netzhaut des Auges beleuchten, so ruft dieser Umstand eine Zusammenziehung der Pupille in dem Maße hervor, daß aus dieser Folge ein Schutz der Augennetzhaut gegen den schädlichen Einfluß starken Lichtes hervorgeht. Coßmann behauptet, daß das Verhältnis dieser drei Glieder der zweckmäßigen Verknüpfung sich in folgender Weise darstelle: die Erscheinung c ist eine Teilursache der Erscheinung d und diese ist wiederum eine Teilursache der Erscheinung e . Da der Teil der Ursache immer nur einen variablen Wert besitzt (die Unbeständigkeit hängt von unberücksichtigten anderen Teilen der Ursache ab), so hat in obiger Verknüpfung nur das e einen konstanten, das c und d aber einen variablen Wert. Daher gibt der Verfasser der zweckmäßigen Verknüpfung folgende mathematische Formel, wobei das e die mathematische Funktion der beiden Variablen c und d ist:

$$e = f(c, d)$$

und stellt dem gegenüber eine Formel der kausalen Verknüpfung auf, wobei die Wirkung die Funktion einer vollen Ursache ist, welche somit einen konstanten Wert besitzt:

$$w = f(u).$$

Da die kausale Verknüpfung sich immer auf konstante Werte beziehen muß, so kann in zweckmäßiger Verknüpfung, wo wir es mit zwei Folgen variabler Werte zu tun haben, keine Rede von einer ursächlichen Verknüpfung sein. „Von einem teleologischen Gesetze sprechen wir,“ sagt Coßmann,¹ „wenn ein Teil der Antecedentien und ein Teil der Konsequenzen einer Erscheinung bekannt sind. Von einem Kausalgesetz dann, wenn gewisse Antecedentien bekannt sind. Die Größen, über deren Relation die beiden Gesetze etwas aussagen, sind also verschiedene.“ Mit Rücksicht darauf sind beide Weisen, die Erscheinungen zu erwägen, grundverschieden und treten niemals füreinander ein. Die Kausalität findet bei allen, ob physischen oder biologischen Erscheinungen Anwendung, dagegen läßt sich die Zweckmäßigkeit nur in der Biologie und teilweise in der Psychologie anwenden. Die soziologischen Erscheinungen sind nach Coßmanns Meinung nur zur kausalen Erwägung geeignet.

¹ Coßmann, Elemente der empirischen Teleologie, 1899, S. 79.

So stellt sich in kurzen Zügen Coßmanns Ansicht über diese Angelegenheit dar. Unzweifelhaft sind darin viele triftige Ergebnisse einer strengen Analyse biologischer Tatsachen enthalten. Als zutreffend und völlig mit den Tatsachen übereinstimmend erachte ich folgende Gedanken: daß die zweckmäßigen biologischen Erscheinungen sich in eine geschlossene Reihe von drei Gliedern verknüpfen, daß die Kausalität und Zweckmäßigkeit nicht einander deckende Begriffe sind, sondern getrennte, voneinander gewissermaßen unabhängige Denkungsweisen sind, und daß die Zweckmäßigkeit nur in einem gewissen Gebiete der Erscheinungen Anwendung findet. Obgleich wir in den obigen, allgemeinen Anschauungen Coßmann recht geben, können wir doch sehr vielen Einzelheiten seiner Lehre nicht beistimmen. Wir können z. B. seiner Ansicht über das Verhältnis, welches zwischen den Bestandteilen der zweckmäßigen Verknüpfung besteht, keine Berechtigung zugestehen. Der Verfasser erblickt zwischen den ersten beiden Gliedern, mit anderen Worten, zwischen der vorausgehenden und mittleren Erscheinung ein Verhältnis notwendiger, aber nicht kausaler Folge, aus dem Grunde, weil die vorausgehende Erscheinung nur ein Teil der Ursache der mittleren Erscheinung ist. Damit stimmen wir eben nicht überein. Jede notwendige Folge ist entweder eine unmittelbare kausale Abhängigkeit oder eine mittelbare Wirkung irgend einer anderen Kausalfolge. Deshalb muß in bezug darauf, daß die mittlere Erscheinung auf die vorausgehende notwendig folgt, zwischen ihnen ein unmittelbarer oder mittelbarer Kausalzusammenhang bestehen. Ein starkes Licht, welches auf die Netzhaut der Augen fällt, ist unzweifelhaft nur ein Teil der Ursache davon, daß die Pupille reagiert, aber um diese Reaktion hervorzurufen, muß nicht nur ein Teil der Ursache (Reiz), sondern auch der andere Teil der Ursache (die reflektorische Organisation) vorhanden sein. Sofern wir vom Reflexe der Pupille als eine notwendige Folge des Reizes sprechen, haben wir immer das Ganze der Ursache im Sinne: den Reiz und die Organisation. Ich kann es in keiner Weise verstehen, warum das Licht plus Organismus in bezug auf die Perception des Augenbildes einen konstanten Wert besitzen und die Rolle einer ganzen Ursache spielen soll und in bezug auf das Reagieren der Pupille variablen Wert haben und einen Teil dieser Erscheinung bilden soll. Meiner Meinung nach sind in beiden Fällen die Verhältnisse identisch. Kurzum, wir müssen zugeben,

daß zwischen beiden ersten Gliedern der zweckmäßigen Verknüpfung ein ständiges Verhältnis der Ursache zur Wirkung besteht.

Wir haben nunmehr von dem Verhältnis des zweiten zum dritten Gliede, der mittleren Erscheinung zu der darauffolgenden, zu sprechen. Coßmann behauptet, daß wir es hier mit einem gleichen Verhältnis wie im obigen Falle zu tun haben, nämlich, daß wir hier gleicherweise eine notwendige Folge eines Zusammenhanges des Teiles der Ursache mit der Wirkung finden. In bezug auf das, was wir vom vorigen Verhältnis gesagt haben, müssen wir auf solche Weise auch für das zweite Verhältnis eine kausale Verknüpfung annehmen; dann würde aber jeder Unterschied der kausalen und zweckmäßigen Verknüpfung der Erscheinungen verloren gehen und nur eine Kette kausaler Verknüpfungen bilden. Einen solchen Schluß hatte Coßmann aber gar nicht im Sinne.

Das ganze Wesen der zweckmäßigen Verknüpfung beruht eben auf dem Verhältnis des zweiten zum dritten Gliede, der Wirkung einer gewissen Erscheinung zum Gleichgewicht des Systems. Dies Verhältnis ist nicht kausal; was ist es dann eigentlich? Um auf diese Frage zu antworten, müssen wir auf die Analyse willkürlicher, menschlicher Handlungen, auf jenes Vorbild zweckmäßiger Erscheinungen zurückgreifen. In den menschlichen Handlungen lassen sich drei Stufen unterscheiden: die Absicht (anders das beabsichtigte Ziel), die Handlung (anders das Mittel) und endlich die Wirkung (das verwirklichte Ziel). Es unterliegt keinem Zweifel, daß zwischen der Handlung und der Wirkung der einfachste, kausale Zusammenhang besteht. Ein gleiches kausales Verhältnis besteht auch zwischen der Absicht und der Handlung, denn die Handlung, die Wahl des Mittels, ist eine Folge der Absicht als einer Willenstätigkeit. Es besteht hier aber ein drittes Verhältnis, welches den Kreis der genannten kausalen Verknüpfungen abschließt, nämlich das Verhältnis des verwirklichten Ziels zum beabsichtigten Ziel, das Verhältnis der Wirkung zu seinem idealen Ziel, zu seiner Endursache (*causa finalis*). Wenn dies Verhältnis eine Übereinstimmung darstellt, so sagen wir, daß die menschliche Handlung zweckmäßig ist; wenn wir hier keine Übereinstimmung finden, so nennen wir die Handlung zwecklos. Daher beruht das Wesen der zweckmäßigen Handlung auf der Übereinstimmung der Wirkung mit dem beabsichtigten Zweck, welcher zugleich seine endgiltige Ursache ist.

Zu solchen Ergebnissen bringt uns die Analyse der zweck-

mäßigen Handlungen des Menschen. Da der Begriff der Zweckmäßigkeit seinen Ursprung in den Betrachtungen der zweckmäßigen Handlungen des Menschen hat, so müssen in diesem Begriff notwendigerweise alle ihre wesentlichen Faktoren enthalten sein. Wenn wir uns auch noch so sehr vor dem Anthropomorphismus hüten und den Begriff der Zweckmäßigkeit noch so abstrakt betrachten würden, so müssen wir darin doch dieselben oder analogen drei Faktoren und denselben oder analogen Zusammenhang der Faktoren herausfinden. Widrigenfalls läßt sich die Zweckmäßigkeit, als eine besondere Betrachtungsweise, niemals aufrecht erhalten. In dieser Hinsicht geht die gegenwärtige Erkenntnistheorie fehl, auch Coßmann, hauptsächlich aus dem Grunde, daß sie den wichtigsten Faktor, jene unentbehrliche Zweckmäßighkeitsbedingung, die Endursache, nicht anerkennen wollen.

Im Begriff des Zieles muß ein Faktor bestehen, der die Kette der Verknüpfung abschließt, welcher die Handlung verursacht und gleichzeitig in potentia die Wirkung enthält. Kant hat dies vortrefflich verstanden; indem er die Anwendung der Zweckmäßigkeit auf die Naturwissenschaften untersuchte, behauptete er, daß nur diejenigen Gruppen der Erscheinungen sich für teleologische Betrachtung eignen, in welchen wir den obengenannten Faktor vorfinden. „In einem Körper also,“ sagt dieser tiefe Denker,¹ „der an sich und seiner inneren Möglichkeit nach als Naturzweck beurteilt werden soll, wird erfordert, daß die Teile desselben einander insgesamt ihrer Form sowohl als Verbindung nach wechselseitig und so ein Ganzes aus eigener Kausalität hervorbringen, dessen Begriffe wiederum umgekehrt Ursache von demselben nach einem Prinzip, folglich die Verknüpfung der wirkenden Ursachen zugleich als Wirkung durch Endursachen beurteilt werden könnte.“ Zu solchen Körpern gehören nach Kants Meinung nur „die organisierten und sich selbst organisierenden Wesen.“

In dem organisierten und sich selbst bildenden lebenden Gebilde muß jede Störung in einem Organ Veränderungen in anderen Organen nach sich ziehen, und diese schaffen wiederum Veränderungen in dem Organ, das vorerst die Störung erlitt. Die letzteren Veränderungen haben einen ausgleichenden Charakter.

¹ Kant, a. a. O. S. 254.

Die Ausgleichung wird durch eine bestimmte Verknüpfung der Organe bewirkt: jedes Organ schafft andere Organe und wird selbst wiederum durch andere geschaffen, demgemäß bewirkt jede Organs- oder Funktionsveränderung eine Veränderung in anderen Organen oder Funktionen, welche in schaffender oder ausgleichender Weise auf die ursprüngliche Störung Einfluß üben müssen. Die obige Reihe von Veränderungen können wir als eine Kette der Erscheinungen, welche im kausalen Zusammenhange sich befinden, oder als Folge der Wirksamkeit der Endursache, als Folge des Bedürfnisses, die Störung auszugleichen, das Gleichgewicht zu erhalten, auffassen. Von diesem letzteren Standpunkte aus betrachtet, bewirkt das Bedürfnis eine Reihe von Erscheinungen, deren endgiltige Wirkung dem Bedürfnisse Genüge leistet, oder wie das Grundgesetz des Pflügerschen teleologischen Mechanismus lautet: „Die Ursache jedes Bedürfnisses ist zugleich die Ursache der Befriedigung des Bedürfnisses.“ Und das ist der zweckmäßige Gesichtspunkt.

Das Verhältnis der mittleren zu der darauffolgenden Erscheinung ist nach Art der zweckmäßigen Betrachtung ein Verhältnis der Wirkung zur Endursache, des erfüllten Zweckes zum beabsichtigten Zweck, der Befriedigung zum Bedürfnis. Wir finden also einen abgeschlossenen Kreis von Verknüpfungen, in welchem die Ursache und die Wirkung in einem Punkt, in der Endursache zusammenlaufen. In der alten Teleologie wurde die Endursache, als schaffender Faktor personifiziert, außerhalb des Systems gestellt, und so erhielt der Erscheinungslauf einen übernatürlichen Charakter. Man glaubte mehr oder weniger, daß der Begriff der Endursache nicht anders verstanden werden könne, und dieser Umstand hat die heutigen Naturforscher und Erkenntnistheoretiker abgeschreckt, sich dieses Begriffes zu bedienen. Die moderne Erkenntnistheorie versucht sogar, die Teleologie ohne den Begriff der Endursache zu begründen, aber der Versuch schlug, wie wir gezeigt haben, ganz fehl. Meiner Meinung nach, läßt sich der Begriff der Endursache völlig mit den Gründen der wissenschaftlichen Betrachtung der Erscheinungen vereinbaren, jedoch unter der Bedingung, daß die Endursache innerhalb, nicht außerhalb des Systems sich befinde. Alle Systeme der Erscheinungen, welche ein geschlossenes Ganzes bilden, wobei wir das Ganze gleichzeitig als Erfolg und als Ursache betrachten müssen, stellen das eigentliche Gebiet der zweckmäßigen Betrachtung dar. Solche Systeme finden wir in lebenden Organismen

und in Gesellschaften, welche als organisiertes und sich selbst organisierendes Ganze verstanden werden; deshalb sollte die Zweckmäßigkeit in der Biologie und Soziologie als Betrachtungsweise angewendet werden.

Es entsteht nun die Frage, welchen Wert das zweckmäßige Betrachten im Erkennen der Erscheinungen besitzt? Die Zweckmäßigkeit bildet, wie wir es schon erwähnt, eigentlich nur eine besondere Anschauungsweise über eine gewisse Reihe kausaler Beziehungen. Aus deren unendlicher Kette entnehmen wir einige aufeinanderfolgende Glieder und verbinden sie zu einem geschlossenen Ringe vermittelt der Endursache; durch ein solches Verbinden gewinnen wir für diese Prozesse einen neuen Gesichtspunkt, was nicht ohne große Bedeutung bei der Betrachtung der vorhin erwähnten Systeme ist. Wenn uns alle diese Prozesse auch noch so bekannt wären, so daß wir alle Glieder der verworrenen kausalen Kette biologischer und soziologischer Erscheinungen zu finden vermöchten, so wäre auch dann die Kenntnis dieser Prozesse noch unvollkommen. Wir würden auf diese Weise das Verhältnis der gefundenen Einzelheiten zum Ganzen nicht erkennen, da wir dies Verhältnis nur durch eine teleologische Betrachtung erhalten können. Die Zweckmäßigkeit ist also nicht, wie Mach behauptet,¹ eine provisorische Betrachtungsweise, welche nur ihre Begründung findet, wo die kausale Beziehung uns nicht sicher bekannt ist, sondern sie besitzt und wird sie auch in Zukunft auf dem Gebiet der Biologie und Soziologie bei der wissenschaftlichen Untersuchung eine große Bedeutung besitzen.

Zuletzt bleibt uns noch übrig, die Frage zu berühren, welche Untersuchungsmethode bei der teleologischen Betrachtung anzuwenden ist. Auf diese Frage können wir direkt antworten: wir können und müssen hier in gleicher Weise, wie es bei der kausalen Betrachtung geschah, die experimentelle Methode anwenden. Um uns zu überzeugen, ob die gegebene Erscheinung eine zweckmäßige, für den Organismus nützliche Erscheinung ist, vergleichen wir zwei Reihen von Ereignissen, die sich nur dadurch unterscheiden, daß in den einen die Erscheinung vorhanden, in den anderen nicht vorhanden ist. Wenn sich nun zeigt, daß in der ersten Reihe der Ereignisse die Existenz des Organismus gesicherter ist, so werden wir darin einen Beweis sehen, daß die

¹ E. Mach, Die Analyse der Empfindungen. IV. Auflage, 1903, S. 69 u. ff.

betrachtete Erscheinung zweckmäßig ist. Von der zweckmäßigen Bedeutung der Entzündung bei einer septischen Infektion überzeugen wir uns, indem wir Fälle von septischer, puerperaler Infektion, kompliziert mit einer lokalen Entzündung, mit solchen Fällen vergleichen, wo diese Erscheinung fehlt; die Statistik weist nach, daß die ersteren viel günstiger als die zweiten ablaufen. Man kann auch hier ein Experiment anwenden, indem wir entweder eine Erscheinung künstlich hervorrufen oder sie ausschließen. Auf diesem Wege bemühten sich Filehne, Loevy und Richter, die Zweckmäßigkeit des Fiebers nachzuweisen, indem sie bei Tieren, deren Temperatur vermittelt künstlicher Erwärmung oder Gehirnstich erhöht wurden, verschiedene infektiöse Prozesse durch Ansteckung hervorriefen. Schottelius, der aus der Nahrung frisch gebrüteter Küchlein durch Sterilisation Bakterien entfernte, bewies die dem Organismus nutzbringende Bedeutung der Saprophyten, welche in den Verdauungswegen sich befinden; mit einem Worte: der zweckmäßige Zusammenhang der Erscheinungen läßt sich in derselben Weise wie die kausale Verknüpfung untersuchen und beweisen.

Es lassen sich sogar bei zweckmäßiger Betrachtung der Erscheinungen Hypothesen anwenden. Von den drei Gliedern der zweckmäßigen Verknüpfung hat das letzte immer einen konstanten Wert; es handelt sich hier um die sogenannte Endursache, um das Ziel, um das Bedürfnis und den Nutzen des Organismus, um das Dasein des Individuums oder der Gattung; so kann die Hypothese sich nur auf die zwei ersten Glieder beziehen, nämlich entweder auf die den Zweck erfüllende Wirkung oder auf das die Wirkung hervorbringende Mittel. Das Mittel kann bekannt und doch die Wirkung unbekannt sein, oder umgekehrt, die Wirkung kann bekannt und das Mittel unbekannt sein. Die erwähnten Experimente von Schottelius z. B. haben bewiesen, daß das Vorhandensein der Saprophyten in den Verdauungswegen bei den Tieren nützlich, zweckmäßig und für den Organismus der Tiere einem gewissen Bedürfnis entsprechend ist. Dieses Vorhandensein der Saprophyten wird hier erst zum Mittel, welches eine Wirkung nach sich zieht, die den obigen Zweck erfüllt. Die nützliche Wirkung des Saprophyten für den Organismus ersehen wir aus den Untersuchungen von Schottelius nicht; so sind denn hier neue Untersuchungen nötig, welche auf dem Wege der Induktion durch Aufstellung von Hypothesen und

nachfolgende Verifikation geleitet werden. Strasburger nimmt z. B. an, daß die Saprophyten 1. die Fäulnisentwicklung im Dünndarm nicht zulassen, 2. gewisse Arten von krankheits-erregenden Bakterien vernichten und 3. auf die Peristaltik der Gedärme erregend einwirken. Den experimentellen Nachweis dieser Hypothesen wird uns erst die Zukunft bringen. Das Obige zeigt uns, daß die zweckmäßige Betrachtung der Erscheinungen zu neuen, sehr bedeutenden wissenschaftlichen Entdeckungen führen kann.

Bei bekannter Wirkung läßt sich gleichfalls auch nach dem Mittel suchen. Das beste Beispiel zu solcher zweckmäßigen Betrachtung bietet die Darwinsche Theorie. Diese Theorie geht von dem Zwecke der Erhaltung des Individuums und der Gattung in seinem Dasein aus. Dieser Zweck wird durch verschiedene Organe, durch den ganzen morphologischen Bau des Organismus verwirklicht. So kennen wir also hier die den Zweck erfüllende Wirkung; unbekannt bleibt nur das zur Wirkung führende Mittel, wir wissen nicht, was die eigentliche Ursache ist, daß der ganze morphologische Bau eine so zweckmäßige, dem Wesen des Organismus so entsprechende Gestalt annimmt. Darwin nahm für dieses unbekanntes Mittel die Hypothese der natürlichen und geschlechtlichen Zuchtwahl an, vervollständigte auf solche Weise die zweckmäßige Verknüpfung der morphologischen Erscheinungen und stellte seine an Erfolgen so reiche Theorie auf.

Es ist beachtenswert, daß besonders unter den Naturforschern die allgemeine Überzeugung herrscht, als ob Darwin durch seine Selektionstheorie aus der Biologie die Zweckmäßigkeitsfrage ganz ausgeschaltet hätte. Indessen es ist nicht so: man kann in dieser Angelegenheit Darwins Bedeutung einigermaßen mit Kants Bedeutung vergleichen. Ähnlich wie Kant aus der allgemeinen Wissenschaft den metaphysischen Zweckbegriff entfernte und den Begriff der methodologischen Zweckmäßigkeit begründete, so entfernte auch Darwin aus der Biologie nur die metaphysische Seite dieser Frage und wies gleichzeitig nach, wie man die zweckmäßigen morphologischen Erscheinungen wissenschaftlich zu behandeln habe.

Wenn wir alles das zusammenfassen, was wir in diesem Abschnitt gesagt haben, so sehen wir, daß die Zweckmäßigkeit nicht als eine der Kausalität entgegengesetzte oder gleichbedeutende

Betrachtungsart verstanden werden kann. Die Kausalität findet ohne Ausnahme bei allen Erscheinungen Anwendung, die Zweckmäßigkeit aber nur auf dem begrenzten Gebiet biologischer und soziologischer Probleme. Die Zweckmäßigkeit vervollständigt eigentlich die Kausalität und beruht auf der Betrachtung der Wirkung und deren Bedeutung in bezug auf das Ganze. Nur eng miteinander zu einem Ganzen verbundene, in ein gewisses dynamisches, organisiertes und sich selbst organisierendes System gebrachte Erscheinungen sind für zweckmäßige Betrachtung geeignet. In einer zweckmäßigen Verknüpfung haben wir drei Arten von Erscheinungen zu unterscheiden: die Ursache, die Wirkung und die Endursache, desgleichen zwei Arten von Verhältnissen: das kausale Verhältnis der Ursache und Wirkung und das wirklich zweckmäßige Verhältnis der Wirkung und der Endursache. Die Endursache können wir als ein aus dem Gleichgewicht der Prozesse im Systeme entstehendes Bedürfnis ansehen; in solchem Falle beruht das zweckmäßige Verhältnis auf der Übereinstimmung der Wirkung mit dem Bedürfnis. Die so verstandene Zweckmäßigkeit bildet einen besonderen, sehr wichtigen Gesichtspunkt in den die dynamischen Systeme behandelnden Wissenschaften, von welchem Gesichtspunkte aus wir das Verhältnis der Teile zum Ganzen und das Verhältnis einzelner Erscheinungen zum allgemeinen Gleichgewicht des Systems einzig zu erkennen vermögen. Der zweckmäßige Gesichtspunkt verträgt sich mit dem kausalen wissenschaftlichen Forschen recht gut und bedient sich derselben Untersuchungsmethode.



