

VORTRÄGE UND AUFSÄTZE ÜBER  
ENTWICKLUNGSMECHANIK DER ORGANISMEN

HERAUSGEGEBEN VON **WILHELM ROUX**

---

HEFT XXII

DIE  
REGULATIONEN DER PFLANZEN

EIN SYSTEM DER TELEOLOGISCHEN BEGRIFFE  
IN DER BOTANIK

VON

**DR. PHIL. EMIL UNGERER**



BERLIN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER

1919

ISBN-13: 978-3-642-88814-4      e-ISBN-13: 978-3-642-90669-5  
DOI: 10.1007/978-3-642-90669-5

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1919

## Einleitung.

Zwei Gebieten gehört diese Arbeit an: der Botanik, sofern sie Tatsachen der botanischen Forschung, Ergebnisse der Physiologie der Pflanzen in bestimmter Weise ordnet; der Logik, sofern die Formen der Ordnung, das logische Recht der Betrachtungsweise, die systematische Gliederung der Begriffe ihr Gegenstand ist.

Aus zwei Quellen ist auch die Anregung zu der Aufgabe geflossen, welche sie sich stellt. Ein Ausgangspunkt waren Überlegungen, die an Kants Kritik der Urteilskraft anknüpften und klarstellen wollten, welche Tragfähigkeit der Begriff des »Organismus«, den Kant hier entwickelt, gegenüber den Ergebnissen der heutigen biologischen Forschung hat. Diese Untersuchung führte in das heiß umstrittene Gebiet der Zweckmäßigsfrage, brachte dazu freilich aus dem Kantschen Werk einen Wegweiser mit in der Forderung, vor aller Theorie die Tatsachen sprechen zu lassen, zunächst einmal den unangreifbaren Sachverhalt eindeutig festzulegen, dem die widerstreitenden Erklärungen gelten. Hier nun mündet die zweite Quelle ein. Der aus dem Studium der experimentellen Morphologie der Pflanzen hervorgegangene Versuch, das System der pflanzlichen Regulationen aufzuzeigen, das sich dem von Driesch geschaffenen und von ihm wie von anderen Forschern vor allem nach der zoologischen Seite hin ausgebauten System der organischen Regulationen einfügen sollte, mußte den geeignetsten Stoff für jene Untersuchung bieten. Mit der erweiterten Grundlage der Untersuchung wandelte und erweiterte sich die Fragestellung. Das historische Interesse trat völlig in den Hintergrund, alle Sonderfragen waren einbeschlossen in der einen Aufgabe, die grundsätzliche Berechtigung der teleologischen Betrachtungsweise und ihre Grenzen darzulegen und sie auf das gesamte Tatsachengebiet der wissenschaftlichen Botanik systematisch anzuwenden.

Der erste Teil dieser Aufgabe war freilich in der Hauptsache schon

gelöst. Die Frage nach Wesen und Wert der teleologischen Begriffsbildung in der Biologie war in einem im letzten Jahrzehnt immer erneuten Ringen zu einem gewissen Abschluß gekommen und hatte insbesondere in den Arbeiten von Driesch eine für den heutigen Stand biologischer Probleme endgültige Formulierung gefunden. Freilich war diese weit davon entfernt, allgemein anerkannt zu werden. Die Verwechslung von Ganzheitsbetrachtung und Vitalismus, welche der klaren Erfassung des vorliegenden Problems stets am meisten im Wege gestanden hatte, mußte dann vor allem verhängnisvoll werden und zur Verkennung des geleisteten Fortschritts führen, wo dieser sich in den Werken eines der bedeutendsten Vertreter des Vitalismus fand. Es galt daher, den völlig hypothesenfreien, rein beschreibenden Begriff der Ganzheit, der bei Driesch gegenüber dem Kausalbegriff der »echten Ganzheit« (als Ausdruck vitalistischen Geschehens) etwas in den Hintergrund tritt, scharf herauszuarbeiten und als Kern aller »teleologischer« Begriffe der Botanik nachzuweisen. Dem Vorurteil, das in jeder Teleologie schon ein Zugeständnis an den Vitalismus sieht, der Einseitigkeit, welche einen wesentlichen Grundzug alles Lebendigen, sein eigentliches Kennzeichen übersieht und jeder echten »Zweckmäßigkeit« mit abgewandtem Antlitz den Schild des Darwinismus entgegenhält, mußte ebenso begegnet werden wie dem unberechtigten Streben, hinter allen »Anpassungserscheinungen« einen deus ex machina zu suchen. Diesseits von allem Vitalismusstreit mußte gezeigt werden, daß der ganze Sachverhalt des Lebensgeschehens mit bloßen Kausalbegriffen allein nicht dargestellt werden kann und nie dargestellt wurde, wie die wissenschaftliche Verarbeitung der Tatsachen stets und mit Recht »Ganzheitsbegriffe« verwendet hat und verwendet. Es war zu zeigen, was »teleologische Betrachtungsweise« frei von allen Beimischungen bedeute, wie sie notwendig und ohne Gefahren benutzt werde.

Keine Hypothese und keine Theorie sollte geschmiedet werden. Reinlichkeit der Begriffe war das wesentlichste Ziel der Bemühungen, deren Ergebnis sich in den Rahmen einer erst erstehenden Logik der Biologie eingliedern soll.

Die strenge und geordnete Besinnung über das Wesen der in einer bestimmten Wissenschaft verwendeten Begriffe und Methoden setzt

einen gewissen Reifegrad dieser Wissenschaft voraus, erfolgte daher bei der Mathematik und bei den anorganischen Forschungszweigen der Naturwissenschaft früher als bei den organischen. Ein Mißverständnis bezüglich dieser Logik der Einzelwissenschaften gilt es von vornherein abzuweisen: Wie die formale Logik nicht in erster Linie Kunstlehre des richtigen Denkens ist, sondern Ordnungslehre des vorliegenden Denkens, dessen Ordnungsbestandteile es aufzeigt, so hat jeder Wissenschaftszweig seine Urteils-, Begriffs- und Methodenlehre, seine »Logik«, welche ihm nicht etwa Vorschriften über die Zweckmäßigkeit einzuschlagender Wege macht, sondern die ihn kennzeichnenden Arten von Begriffen und Beziehungen aufdeckt. Sorgsame Untersuchungen dieser Art haben seit dem Beginn des 17. Jahrhunderts, mit besonders regem Eifer in den letztvergangenen Jahrzehnten, die logischen Grundlagen der Physik und Chemie dargelegt, und die klare Sonderung der Begriffe, der Ziele und Wege der Erkenntnis haben wiederum ihre günstige Rückwirkung auf diese Wissenschaften selbst gehabt. So ist auch von einer Logik der Biologie eine einheitlichere Gestaltung der theoretischen Biologie zu erhoffen, die bisher fast so viele Sonderformen als Forscher aufweist. Zu dieser Logik der Biologie möchte diese Arbeit ein bescheidener Beitrag sein.

Weil sie nur als erster Beitrag, als Vorarbeit zu einer umfassenderen Behandlung der logischen Probleme der Biologie gewertet werden will, durfte auch darauf verzichtet werden, auf eine Reihe sonst naheliegender Fragen einzugehen.

Stoff der Untersuchung waren Vorgänge an Pflanzen. Gegenstand der Untersuchung die verschiedenen Formen von »Zweckmäßigkeit« oder, wie es in der Arbeit heißen wird, von »Ganzheiterhaltung«, die in diesen Vorgängen sich äußert. Es erwies sich als erforderlich, über die zunächst allein berücksichtigten »Regulationen« hinauszugreifen und auch die Fälle »normaler« Ganzheiterhaltung, von »Harmonie«, in die Betrachtung einzubeziehen. Während bei diesen letzten eine Beschränkung auf die Anordnung des Stoffes in großen Klassen ohne allzu eingehende Zergliederung im einzelnen und ohne den Versuch der Vollständigkeit eintreten mußte, wurde bei den Regulationen eine Vollständigkeit wenigstens der typischen Fälle der Ganzheiterhaltung und eine

möglichst scharfe Gliederung der einzelnen Gruppen erstrebt. Auf Grund eines ausgedehnten Studiums der weitläufigen Literatur, das nach Möglichkeit auf die Originalarbeiten zurückgriff und Lehrbücher sowie zusammenfassende Darstellungen nur als willkommene Führer benutzte, wurde versucht, das gesamte Material der botanischen Physiologie nach der Verwendung teleologischer Begriffe zu prüfen und ein geordnetes System dieser Begriffe aufzubauen. Die sondernde Arbeit selbst, die Analyse der einzelnen Vorgänge, die in den Quellen meist unter ganz anderen Gesichtspunkten dargestellt waren, kam dabei in den wenigsten Fällen in der schließlichen Wiedergabe zum Ausdruck, sondern nur ihr Ergebnis, die Definition und Gliederung der teleologischen Formen. Die Darstellung mußte geradezu den umgekehrten Weg gehen als die Untersuchung. Begann diese, nachdem einmal die einfachsten Grundbegriffe festlagen, immer bei den Tatsachen, den einzelnen Vorgängen, deren Analyse dann zu einer immer eingehenderen Gliederung jener Begriffe führte, so mußte jene alles nach der als Ergebnis erhaltenen Begriffsgliederung anordnen, so daß die Tatsachen zu »Beispielen« eines fertigen Schemas wurden. Eine einheitliche Bezeichnungsweise der Vorgänge war dazu unbedingt erforderlich, welche die Bedeutung jedes Begriffs so genau als möglich umgrenzte, um dadurch der manchmal beträchtlichen Verwirrung der Terminologie in der botanischen Literatur zu begegnen. Es geht nicht an, daß z. B. Ausdrücke wie Restitution und Regeneration bald in gleicher Bedeutung, bald als über-, bald als untergeordnet verwendet werden. Selbstverständlich ist die in der Arbeit vorgeschlagene Bezeichnungsweise bis zu einem gewissen Grade willkürlich und mag vielleicht nicht in allen Teilen Gegenliebe finden. Aber nicht auf die einzelnen Fachausdrücke, sondern auf ihre einheitliche, gleichartige Verwendung kommt es an, und mehr noch als auf die Berechtigung der einzelnen Worte auf die scharfe und strenge Sonderung des durch sie bezeichneten Sachverhalts. Wenn eine Neuprägung von Fachausdrücken nicht vermieden werden konnte, so war dafür die Notwendigkeit bestimmend, das Vorhandensein von Zusammenhängen und Unterschieden, die sich aus der Ganzheitsbeurteilung ergaben, durch ein besonderes Wort zu unterstreichen. Die Neuprägung von Worten für die Abgrenzung bestimmter Tatsachen und Probleme hat

hier einen guten Sinn, wo es sich nur um die begriffliche Ordnungstätigkeit handelt und scheidet sich scharf von der Wortschöpfungsfreudigkeit einzelner neuerer, sich »entwicklungsmechanisch« gebärdender botanischer Arbeiten, die neue Gesetzmäßigkeiten aufzeigen wollen, dabei aber den Reichtum an gewonnenen gelehrten Ausdrücken mit wissenschaftlichen Ergebnissen verwechseln. Ein Anschluß an den berechtigten Grundstock der bestehenden Terminologie wurde stets erstrebt, soweit die teleologische Analyse keine Abweichungen verlangte. Je deutlicher die verschiedenen Formen von Vorgängen geschieden werden, desto genauer kann die Fragestellung bei ihrer Erforschung werden und desto weniger sind Mißverständnisse über die Bedeutung des Erforschten möglich. In der reinlichen Scheidung der teleologischen Begriffe, in ihrer den Problemen angepaßten Abgrenzung und Anordnung sehe ich die wesentlichste Aufgabe und die Notwendigkeit der vorliegenden Untersuchung.

Die Anordnung der Arbeit ergab sich ungezwungen aus den Bedingungen der Fragestellung und aus den oben bereits aufgezeigten Erfordernissen der Darstellung. Aus der Gegenüberstellung kausaler und teleologischer Betrachtungsweise erwächst in einer Entwicklung, die in großen Zügen dem geschichtlichen Gange der Forschung folgt, die Kennzeichnung des Wesens der Ganzheitbeurteilung. Die gewonnene Betrachtungsweise mußte dann in ihrer Anwendung so klar als möglich dargelegt und ihre Fruchtbarkeit an einer Reihe von Grundbegriffen der Biologie dargetan werden; es galt ferner, sie gegen Mißverständnisse sicher zu stellen und ihre Schwierigkeiten und Grenzen zu erörtern. Diesem allgemeinen Teil folgt das System der teleologischen Begriffe der Botanik, der Harmonien und Regulationen, in der oben bereits angedeuteten Weise. Zugleich als Zusammenfassung wesentlicher Ergebnisse der Arbeit und als eine Antwort auf Fragen, die in den ersten Abschnitten aufgeworfen wurden, schließt ein Kapitel über die teleologische Kennzeichnung des Organismus das Ganze ab.

Der für die Untersuchung gewählte Titel »Die Regulationen der Pflanzen« bezeichnet zwar nur einen Teil, aber den bedeutungsvollsten, zentralsten der behandelten Probleme, deren weiterer Umkreis durch den Untertitel angedeutet werden soll.

Der Verfasser hofft, daß die Form der Arbeit nicht allzusehr darunter gelitten hat, daß infolge anderweitiger Berufsarbeit und nicht zuletzt infolge des Krieges volle sechs Jahre von ihrer ersten Inangriffnahme bis zu ihrem Abschluß verstrichen sind. Es war ihm ein gutes und ermunterndes Zeichen, daß da und dort inzwischen erschienene zusammenfassende Darstellungen der Tatsachen von anderen Gesichtspunkten aus sich in Einzelheiten der begrifflichen Gliederung der Regulationen mit seinen bereits schriftlich niedergelegten Ergebnissen mehrfach berührten. Da während dieser langen Zeit von verschiedenen zitierten Werken neue Auflagen erschienen, so wurde die neue Auflage meist nur an den Stellen genannt, wo im Anschluß an ihre Durchsicht Änderungen im Text der schon vorliegenden Kapitel notwendig wurden oder wo sie neue Belege für irgend eine Tatsache enthielt, sowie bei nachträglich erst entstehenden Abschnitten; im übrigen blieb der Bezug auf die frühere Auflage gewöhnlich stehen.

Die vorliegende Abhandlung wurde im Juni 1917 abgeschlossen; Arbeiten, die mir erst später zugänglich wurden, konnten daher nicht mehr berücksichtigt werden. Der größte Teil des Restitutionskapitels erschien mit einem vom Juli 1917 datierten Vorwort nach Abschluß der Gesamtarbeit als Heidelberger Dissertation unter dem Titel »Die pflanzlichen Restitutionen« (Berlin 1918).

Infolge der durch den Krieg geschaffenen Verhältnisse blieb der übrige Teil der Abhandlung seither liegen und konnte erst jetzt zur Veröffentlichung kommen.

Besonderen Dank schuldet der Verfasser seinem inzwischen verstorbenen, hochverehrten Lehrer Herrn Geh. Hofrat Prof. G. Klebs (Heidelberg) sowie Herrn Prof. H. Driesch (Heidelberg) nicht nur für die nun lange Jahre zurückliegende Ausbildung in methodischer Experimentalforschung und strenger Begriffsarbeit, sondern besonders für die dauernde, liebenswürdigste Unterstützung und Förderung seiner wissenschaftlichen Betätigung.

Karlsruhe, im Dezember 1918.

**Dr. Emil Ungerer.**



## Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung . . . . .	III
I. Grundlegung der Teleologie . . . . .	I
1. Kants Kritik der Urteilskraft . . . . .	I
2. Teleologie und Kausalität . . . . .	6
3. Ganzheit und Zweck . . . . .	11
4. Mechanismus und Vitalismus . . . . .	16
5. Der teleologische Faktor in den Systemen des Mechanismus . . . . .	18
II. Die teleologische Methode der Biologie . . . . .	22
1. Teleologie im Bereiche der biologischen Einzelwissenschaften . . . . .	22
2. Die kausale und die teleologische Methode . . . . .	27
a) Wesensunterschied und Vereinbarkeit beider Methoden . . . . .	27
b) Teleologie und Lamarckismus; Nolls Morphästhesie . . . . .	29
c) Gebietsübertretungen . . . . .	31
d) Analyse wichtiger Begriffe mit kausal-teleologischem Doppelsinn (Potenz, Funktion, Korrelation) . . . . .	32
3. Die Anwendung der teleologischen Methode . . . . .	44
a) Fehler in der Anwendung der teleologischen Methode . . . . .	44
b) Die drei Arten der Ganzheit . . . . .	47
c) Ganzheitsbeurteilung und Pathologie . . . . .	48
d) Die Schwierigkeiten des Begriffs der Ganzheit beim pflanzlichen Organismus . . . . .	53
4. Die teleologischen Grundbegriffe . . . . .	55
a) Normalität; Harmonie und Regulation . . . . .	55
b) Restitution, Anpassung und Bewegungsregulation . . . . .	58
Anhang: Zur Terminologie . . . . .	61
Verzeichnis der im I. und II. Teil angeführten Arbeiten . . . . .	64
III. Die pflanzlichen Harmonien . . . . .	71
1. Die Formharmonien . . . . .	72
a) Morphologische Formharmonien: Kompositionsharmonien . . . . .	72
b) Kinetische Formharmonien . . . . .	77
2. Die Funktionsharmonien . . . . .	78
a) Morphologische Funktionsharmonien . . . . .	78
$\alpha$ ) Konstellationsharmonien . . . . .	78
$\beta$ ) Morphologische Kausalharmonien . . . . .	81

	Seite
I. Induzierte Morphosen . . . . .	82
II. Funktionelle Morphosen . . . . .	88
III. Korrelative Morphosen . . . . .	90
b) Physiologische Funktionsharmonien . . . . .	92
a) Funktionalharmonien . . . . .	93
β) Physiologische Kausalharmonien . . . . .	94
c) Kinetische Funktionsharmonien . . . . .	98
a) Einfache kinetische Funktionsharmonien . . . . .	99
I. Kinetische Kausalharmonien . . . . .	99
II. Kinetische Funktionalharmonien . . . . .	106
β) Koordinierte kinetische Funktionsharmonien . . . . .	107
3. Die Bewegungsharmonien . . . . .	107
a) Rhythmisierungen . . . . .	107
b) Rhythmische Koordinationen . . . . .	112
Verzeichnis der im III. Teil angeführten Arbeiten . . . . .	114
IV. Die pflanzlichen Regulationen . . . . .	124
1. Die Formregulationen oder Restitutionen . . . . .	124
a) Morphologische Restitutionen . . . . .	125
a) Totalrestitution . . . . .	126
β) Partialrestitution . . . . .	131
I. Reparation (Wiederbildung) . . . . .	133
1. Regeneration . . . . .	135
1* Sprossungsregeneration . . . . .	135
aa) Organregeneration . . . . .	136
bb) Strukturregeneration . . . . .	139
2* Ersatzregeneration . . . . .	145
aa) Organregeneration . . . . .	146
bb) Strukturregeneration . . . . .	147
2. Kallusrestitution . . . . .	149
aa) Organkallusbildung . . . . .	150
bb) Strukturkallusbildung . . . . .	154
II. Reproduktion (Neubildung) . . . . .	156
1. Kompensation . . . . .	156
1* Organkompensation . . . . .	157
aa) Kompensatorische Hypertrophie . . . . .	157
bb) Kompensatorische Hypertypie . . . . .	159
2* Anlagekompensation (Präventivrestitution) . . . . .	163
aa) Kompensatorische Anlageausgestaltung . . . . .	163
bb) Kompensatorische Anlageumgestaltung . . . . .	167
2. Adventivrestitution . . . . .	169
aa) Organadventivbildung . . . . .	170
bb) Strukturadventivbildung . . . . .	175

	Seite
b) Kinetische Restitutionsen . . . . .	176
Zusammenstellung der vorgeschlagenen Bezeichnungen . . .	179
Verzeichnis der im Restitutionskapitel angeführten Arbeiten .	181
2. Die Funktionsregulationen oder Anpassungen . . . . .	189
a) Morphologische Anpassungen oder Adaptationen . . . .	189
$\alpha$ ) Induzierte Adaptation . . . . .	190
$\beta$ ) Funktionelle Adaptation . . . . .	201
$\gamma$ ) Korrelative Adaptation . . . . .	213
b) Physiologische Anpassungen . . . . .	219
c) Kinetische Anpassungen . . . . .	230
3. Die Bewegungsregulationen . . . . .	236
Schluß: Die teleologische Kennzeichnung des Organismus .	238
Verzeichnis der in den Kapiteln über Anpassungen und Bewegungs- regulationen, sowie im Schluß angeführten Arbeiten . . . . .	251

