

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 87 (1969)
Heft: 38: 100 Jahre GEP

Artikel: Physiologie der Zellorganelle
Autor: Matile, Philippe
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-70772>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

digt. Für jene, die sie so verstehen, wird sie auch im zweiten Jahrhundert des Bestehens unserer Gesellschaft ihre richtungweisende Bedeutung beibehalten.

Literaturverzeichnis:

- [1] *Jacob Burckhardt*: Weltgeschichtliche Betrachtungen. Stuttgart, A. Kröner.
- [2] *Martin Buber*: Reden über Erziehung. Heidelberg 1960, Lambert Schneider.
- [3] *Martin Buber*: Das dialogische Prinzip. Heidelberg 1962, Lambert Schneider.
- [4] *Gerhard Huber*: Verantwortung in der Unternehmensführung. «Industrielle Organisation» 38 (1969), Nr. 5, S. 207.
- [5] *Josef Pieper*: Traktat über die Klugheit. München, Kösel-Verlag.
- [6] — Über die Hoffnung. München, Kösel-Verlag.
- [7] — Über die Gerechtigkeit. München, Kösel-Verlag.
- [8] — Vom Sinn der Tapferkeit. München, Kösel-Verlag.
- [9] — Was heißt philosophieren? München, Kösel-Verlag.
- [10] — Glück und Kontemplation. München, Kösel-Verlag.
- [11] *Karl Schmid*: Versuch über die schweizerische Nationalität in: Aufsätze und Reden. Zürich 1957, Artemis Verlag.
- [12] — Hochmut und Angst. Zürich 1958, Artemis Verlag.
- [13] — Unbehagen im Kleinstaat. Zürich und Stuttgart 1963, Artemis Verlag.
- [14] — Europa zwischen Ideologie und Verwirklichung. Zürich und Stuttgart 1966, Artemis Verlag.
- [15] — Schwierigkeiten mit der Kunst. Schriften zur Zeit, Heft 30. Zürich 1969, Artemis Verlag.
- [16] *Adolf Ostertag*: Grundsätzliches über erfolgreiches Führen in der Industrie. SBZ 86 (1968), Heft 51, S. 911.

Physiologie der Zellorganelle

Von Prof. Dr. Ph. Matile, ETH Zürich

In der Biologie ist zurzeit unverkennbar an die Stelle des einseitigen Spezialistentums die assoziative Gestaltung der wissenschaftlichen Arbeit getreten. Viele Disziplinen, die bis vor wenigen Jahren ihr Eigenleben geführt haben, sehen sich heute mit anderen vor gemeinsame Probleme gestellt. Beispielsweise haben sich einerseits die Morphologen lange damit begnügt, die Strukturen der Zelle beschreibend zu erforschen, und die Bemühungen der Physiologen konzentrierten sich andererseits gänzlich auf den Stoffwechsel. Die Morphologen haben mit dem Elektronenmikroskop den Mikrokosmos der Zellstrukturen entdeckt, und die Physiologen haben mit dem Instrumentarium der modernen Chemie, mit Isotopen, chromatographischen Trennmethoden und dergleichen den überaus komplizierten Stoffwechsel im wesentlichen aufgeklärt.

In beiden Disziplinen ist die Arbeit bis zu einem gewissen Abschluss gediehen. Aber dieser Abschluss hat sich zugleich als ein Neubeginn entpuppt, indem die Physiologen sich vor die Frage nach der Organisation und Regulation des komplexen Stoffwechsels auf dem Niveau der Zelle und ihrer Organelle gestellt sehen und die Neugierde der Morphologen sich auf die funktionelle Bedeutung all der entdeckten cytoplasmatischen Membransysteme, Organelle und Zellräume richtet. Kurz, seit den fünfziger Jahren ist ein zunehmendes Bedürfnis nach einer Ausrichtung der morphologischen und physiologischen Forschungsarbeit auf ein gemeinsames Ziel, die Integration von Zellstruktur und Stoffwechsel, entstanden.

Das erwachte morphologische Interesse des Physiologen zeigt sich darin, dass er die Zelle nicht mehr als Sack voller Enzyme und Stoffe auffasst; seine Arbeitsweise lässt vielmehr erkennen, dass er stets die Assoziation von Enzymen mit cytoplasmatischen Membranen und Organellen im Auge behält. Nach wie vor zerstört und extrahiert er zwar Zellen und Gewebe, aber er versucht dies jetzt in einer Weise zu tun, welche die Zellstrukturen möglichst wenig schädigt. Im Falle der Pflanzenzelle ist dies schwierig, weil die derben Zellwände recht drastische Massnahmen zum Aufschluss der Zellen erfordern. Immerhin gelingt es durch vorsichtiges Zerreissen der Gewebe mit Quarzsand oder mit Hilfe von rasch rotierenden Messern, die Zellen dergestalt zu verletzen, dass gewisse Organelle, wie Mitochondrien und Chloroplasten, intakt bleiben und in ein geeignetes Medium eingeschwemmt werden. Andere Organelle, zum Beispiel das ausgedehnte Membransystem des Endoplasmatischen Retikulums, werden in jedem Falle zerrissen, und die Bruchstücke liegen als winzige Membranvesikel im Extrakt vor. Der Physiologe versucht nun, solche Extrakte mittels Ultrazentrifugation zu fraktionieren; die grossen, spezifisch schweren Organelle, wie Chloroplasten und Zellkerne, werden schon bei 1000-facher Erdbeschleunigung aus den Extrakten ausgeschleudert, kleinere, wie die Mitochondrien, bei 10 000 bis 20 000 g, kleine Membranvesikel oder Ribosomen erst bei 100 000 g. Durch stufenweise, differentielle Zentrifugation mit steigender Beschleunigung wird eine erste Auf trennung der Extrakte in einzelne Klassen von Zellpartikeln erzielt. Es ist verhältnismässig einfach, gute Präparate von isolierten Chloroplasten oder Mitochondrien mit differentieller Zentrifugation darzustellen und nachzuweisen, dass in diesen Organellen die wichtigen Stoffwechsel funktionen der CO₂-Assimilation (Photosynthese) und Atmung lokalisiert sind.

Allerdings hat es sich herausgestellt, dass beispielsweise in einer Mitochondrienfraktion neben den Atmungsenzymen eine ganze Reihe von Enzymen angereichert sind, welche anderen Zweigen des Stoff-

wechsels zuzuordnen sind, etwa hydrolytische Enzyme und solche des Peroxydstoffwechsels. Es ist heute bekannt, dass mindestens drei Typen von Zellorganellen in der Mitochondrienfraktion vorliegen. Zu ihrer Trennung sind weitere Zentrifugationen erforderlich. Der Physiologe bedient sich dabei häufig der Zentrifugation in Dichtegradienten: er baut in einem Zentrifugenrohr zunächst aus verschiedenen konzentrierten Rohrzuckerlösungen einen Gradienten auf, den er mit den suspendierten Partikeln einer Mitochondrienfraktion überschichtet. Im Schwerefeld der Zentrifuge wandern nun die Partikel bis in die ihrem eigenen spezifischen Gewicht entsprechende Zone des Gradienten. Mit dieser Technik ist es uns kürzlich gelungen, aus der Mitochondrienfraktion des Tabakendosperms (ölspeicherndes Gewebe der Samen) ein Zellorganell zu isolieren, in welchem sich während der Keimung die metabolische Verwandlung von Reservöl in Zucker abspielt.

Viel schwieriger als die Isolation derartiger morphologisch leicht identifizierbarer Organelle ist die Zellfraktionierung hinsichtlich jener Membransysteme, welche bei der Extraktion der Zellen zerstört werden. Die kleinen Membranvesikel, obwohl verschiedener Herkunft (Retikulum, Golgi, Plasmamembran usw.), sind selbst in Dichtegradienten nur schwer voneinander zu trennen, und nach der Trennung ist der Nachweis ihrer Identität nicht immer möglich. Am leichtesten gelingt die Isolation von ER-Membranen, an denen Ribosomen haften; es hat sich herausgestellt, dass dieses Organell der Synthese von bestimmten Eiweißen dient.

Aus Extrakten von Hefezellen ist uns die Isolation des Plasmahäutchens gelungen. In diesem Falle wäre die Identifikation der Isolate ohne die von *H. Moor* entwickelte Gefrierätz-Methode nicht möglich gewesen. Diese Methode liefert Abdrücke der Oberflächen von Membranen und ermöglicht die Untersuchung der charakteristischen Feinstrukturen im Elektronenmikroskop. Das Plasmalemma ist eine besonders interessante Membran, indem es für die spezifischen Transporte von Nährstoffen aus dem Kulturmedium in die Zelle hinein verantwortlich ist. Es ist der Sitz von merkwürdigen Enzymen, deren Aktivität sich nicht in der Veränderung von bestimmten Molekülen äussert, vielmehr in deren Verschiebung von einer Membranoberfläche zur andern. In der Tat ist es gelungen, die Lokalisation derartiger Transportenzyme im isolierten Plasmahäutchen zu zeigen.

Besondere Schwierigkeiten hat uns ein Organell der Pflanzenzellen bereitet, bei welchem die üblichen Methoden der Zellfraktionierung versagen. Aus Leberzellen der Ratte sind erstmals vor etwa 10 Jahren Zellpartikel isoliert worden, die eine Anzahl von Enzymen enthalten, welche Eiweiße, Nucleinsäuren und andere Zellbestandteile zu verdauen vermögen. Diese sogenannten Lysosomen gelangen bei differenzieller Zentrifugation in die Mitochondrienfraktion, aus der sie mittels Dichtegradientenzentrifugation isoliert werden können. Sie dienen im Stoffwechsel der stetigen Erneuerung der Zelle, indem in diesen mikroskopisch kleinen Mägen fortwährend Zellbestandteile aufgelöst werden. In Extrakten aus Pflanzenzellen befinden sich entsprechende Verdauungsenzyme, die jedoch bei der Fraktionierung in der Regel in die partikelfreie lösliche Fraktion gelangen, d.h. scheinbar nicht an ein Organell gebunden sind.

Von zwei möglichen Schlüssen aus diesem Misserfolg – pflanzliche Lysosomen gibt es nicht, bzw. die Natur dieser Organelle ist von jener der entsprechenden tierischen Organelle so verschieden, dass sie bei der üblichen Zellfraktionierung nicht in Erscheinung treten – haben

wir den zweiten gezogen. Unsere Aufmerksamkeit richtete sich auf ein empfindliches Organell, welches bei der Zellextraktion zerstört wird. In der Tat besitzen alle Pflanzenzellen in den Vakuolen ein Organell, welches keine der üblichen Prozeduren der Extraktion überdauert. Zur Isolation von Vakuolen war es unumgänglich, die Zellen zunächst in eine labile Form zu bringen, welche einen möglichst schonenden Aufschluss gestattet. Ein derartiges Zellmaterial erhält man dadurch, dass man die mechanisch widerstandsfähigen Zellwände enzymatisch auf löst. Hiezu eignen sich Hefezellen vorzüglich; ihre Wände werden durch den Verdauungssaft von Weinbergschnecken wirkungsvoll abgebaut. An die Stelle der Zellwand, welche dem osmotischen Druck der Zelle entgegenwirkt, setzt der Experimentator eine osmotisch wirksame Lösung, deren Entfernung oder plötzliche Verdünnung das Bersten der nackten Protoplasten bewirkt. Unter ausgeklügelten Bedingungen konnte dies so gehandhabt werden, dass zwar die Protoplasten, nicht aber die Vakuolen platzen. In der Folge konnten dann die befreiten Vakuolen rein dargestellt und biochemisch untersucht werden. Unsere Vermutung ist vollauf bestätigt worden: die Isolate enthielten die Verdauungsenzyme der Hefezellen in konzentrierter Form. Im Laufe der letzten Jahre ist die Isolation von anderen Typen von pflanzlichen Lysosomen gelungen; eine jede erheischt eine besondere Arbeitstechnik, und alle isolierten Organelle haben sich als vakuolartige entpuppt. Die pflanzlichen Vakuolen sind daher als die Aequivalente der tierischen Lysosomen aufzufassen.

Das Beispiel der Lysosomen zeigt klar die Bedeutung der eingangs erwähnten assoziativen Gestaltung der Forschungsarbeit. Auf dem Niveau des Stoffwechsels ergibt sich ein Widerspruch, wenn in ein und derselben Zelle Verdauungsenzyme Eiweiße und Nukleinäsuren zerstören und gleichzeitig dieselben Stoffe synthetisiert werden. Das Nebeneinander dieser polaren Prozesse in einem einzigen Reaktionsraum ist undenkbar. Die Erweiterung des physiologischen Blickwinkels um den morphologischen Aspekt behebt jedoch den Widerspruch, indem sich herausstellt, dass die Verdauungsprozesse in ein-

besonderes Zellkompartiment verwiesen und damit räumlich vom übrigen Stoffwechsel getrennt sind. Wie unerlässlich diese Kompartimentierung der gegenläufigen Stoffwechselvorgänge ist, tritt im Phänomen der Selbstauflösung in Erscheinung, welche unmittelbar nach dem Erlöschen der Lebensfunktionen und dem damit einhergehenden Zusammenbruch der Zellstrukturen einsetzt.

Das geschilderte Lysosomenkonzept, sowie jegliche Aufgliederung des Stoffwechsels in verschiedene membranumschlossene Reaktionsräume der Zelle, wirft eine Reihe von interessanten Problemen auf, zu deren Lösung die Morphologen und Physiologen gleichermaßen beitragen müssen. Eines dieser Probleme betrifft die Beziehungen zwischen verschiedenen Kompartimenten, namentlich die Transportleistungen, welche von den entsprechenden Membranen erbracht werden müssen. Die intrazelluläre Verdauung erheischt beispielsweise den Transport von Bestandteilen des Zytosplasmas in den lysosomalen Zellraum hinein. In dieser Hinsicht ist den Morphologen der Nachweis einer erstaunlichen Aktivität der Lysosomenmembran gelungen, welche sich in der Abschnürung kleiner Plasmabortionen äußert, die dann im Lysosom der Verdauung anheimfallen.

Die angedeutete Entwicklung der Physiologie hat uns bereits weit von der alten «bag of enzyme theory» der Zelle weggeführt. Es ist allerdings auch deutlich geworden, dass wir erst an einem Anfang zu einem vertieften Verständnis der Lebensfunktionen stehen. Erst einige wenige der über zwölf verschiedenen Kompartimente der Pflanzenzellen sind hinsichtlich ihrer physiologischen Bedeutung eingehend untersucht worden, und viele sind aus methodischen Gründen der Forschung noch nicht zugänglich. Zieht man ferner in Betracht, dass bedeutungsvolle Phänomene, wie die Zellteilung und die Zelldifferenzierung, das angedeutete Forschungsgebiet um die ontogenetische Dimension bereichern, dann kommt man zur Ansicht, dass der Biologe für Jahrzehnte mit faszinierenden Problemen wohlversehen ist.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Philippe Matile, ETH Zürich, Institut für allgemeine Botanik; 8006 Zürich, Universitätstrasse 2.

Aktuelle Fragen der schweizerischen Wald- und Holzwirtschaft

DK 634.0:691.11

Von Nationalrat Dr. P. Grüning, dipl. Forstingenieur ETH, GEP, SIA, Baden

Referat, gehalten im Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein am 12. Februar 1969

1. Das forstpolitische Programm des Schweizerischen Forstvereins

Der Schweizerische Forstverein ist gegenwärtig daran, pragmatisch und empirisch ein zukunftsweisendes forstpolitisches Programm auszuarbeiten. Der Forstverein verfolgt damit vornehmlich zwei Absichten, nämlich

1. unsere gesamte Forstwirtschaft einer kritischen Würdigung zu unterziehen und daraus Schlüsse für eine zumindest mittelfristige Grundkonzeption dieses Teils der Urproduktion zu ziehen und
2. die Grundlagen für mögliche Forstrechtsartikel im Fall einer Totalrevision der Bundesverfassung zu schaffen.

Der vom Schweizerischen Forstverein ernannte Präsident der forstpolitischen Kommission, Prof. Dr. H. Tromp von der ETH, hat die zu leistende Arbeit wie folgt organisiert:

Er hat insgesamt zehn Arbeitsgruppen eingesetzt, die aus interessierten Forstleuten aus Forschung, Lehre und Praxis, aber auch aus Persönlichkeiten aus anderen Fachkreisen bestehen. Er hat ihnen folgende Teilprobleme zur Bearbeitung zugewiesen:

1. Waldbau, 2. Landesplanung, 3. Volkswirtschaft, 4. Handelspolitik, 5. zwischenbetriebliche Selbsthilfe, 6. Betriebswirtschaft, 7. Forsteinrichtung, 8. Holzwirtschaft, 9. Forstorganisation, 10. Forsttechnik.

Die den einzelnen Arbeitsgruppen unterbreiteten Fragebogen und Arbeitshypothesen sind sehr umfassend und lassen auch dementsprechende Ergebnisse erwarten. Bis heute sind bereits fünf Originalgruppenberichte ausgearbeitet worden. Die noch fehlenden werden in absehbarer Zeit folgen. Daran anschliessend wird die besonders wichtige Koordinationsarbeit erfolgen, die in einem Gesamtbericht gipfeln wird.

Mit dem forstpolitischen Programm leistet der Schweizerische Forstverein einen entscheidenden Beitrag zur forstlichen Selbsthilfe. Er legt damit aber auch den Grundstein zu einer umfassenden Gesamtkonzeption der schweizerischen Forst- und Holzwirtschaftspolitik, wie ich sie in einem Postulat fordere, das ich am 16. September 1968 im Nationalrat eingereicht habe, worauf ich später zurückkomme.

Eines darf aber hier ganz besonders hervorgehoben werden: das forstpolitische Programm hat bereits sehr befriedigend auf das schweizerische Forstwesen gewirkt. In weiten Fachkreisen hat es eine Diskussion um Grundsatzfragen des Forstwesens ausgelöst, eine Diskussion, die uns zweifellos einen grossen Schritt weiterbringen wird. Auch im Ausland wird, wie ich mich selbst überzeugen durfte, dem schweizerischen forstpolitischen Programm grösste Beachtung geschenkt. So haben sich erst kürzlich die Waldbauprofessoren der Alpenrandgebiete eingehend mit dem Bericht der Arbeitsgruppe Waldbau befasst und ihn als wegweisend qualifiziert. Als Obmann dieser Arbeitsgruppe gestatte ich mir, etwas näher darauf einzutreten.

2. Aufgaben des Waldes in der Industriegesellschaft

Von Prof. Tromp wird dem Bericht der Arbeitsgruppe Waldbau eine Schlüsselstellung eingeräumt, was beweist, dass dem Waldbau auch von einem führenden Forstpolitiker erfreulicherweise eine dominierende Stellung zuerkannt wird. Die Arbeitsgruppe Waldbau hat sich bemüht, in kurzen Thesen die künftigen Aufgaben des Waldbaus darzustellen und Schwierigkeiten aufzuzeigen, die sich ihm entgegenstellen.

Im Sinn der Betriebswirtschaft ist unter Waldbau die erste forstliche Produktionsstufe zu verstehen. Zu dieser ersten Produktionsstufe gehören, vereinfacht ausgedrückt, Bestandesbegründung, Waldflege, Forstschutz, Wildschadenverhütung und Holzanzeichnung. Der Waldbau setzt in fachlicher Hinsicht vertiefte biologisch-ökologische Kenntnisse und Sinn für ökonomische Zusammenhänge voraus. Der Waldbau ist, allen Unkenrufen zum Trotz, das zentrale Arbeitsgebiet der Forstwirtschaft und wird es auch in Zukunft bleiben. Ergänzend sei beigefügt, dass zur zweiten forstlichen Produktionsstufe vor allem die Holzernte gehört; auch hier hat der Waldbauer noch entscheidend mitzureden.

Wie der Bericht der Arbeitsgruppe «Waldbau» ausführt, haben unsere Wälder mit örtlich verschiedenem Gewicht meistens gleichzeitig verschiedene Nutzfunktionen zu erfüllen. Es sind dies Ertrags- oder Produktionsfunktionen, Schutzfunktionen, Erho-