

## Vorträge

22. Mai 1950. Prof. Dr. P. BUCHNER, Porto d'Ischia: Tier und Mikroorganismus in Symbiose  
(mit Lichtbildern)

Als man im Jahre 1910 in jenen bei einer Reihe von Homopteren seit langem bekannten, aber bis dahin unverständlichen, als Pseudovitellus bezeichneten Organen nie fehlende Wohnstätten pflanzlicher Mikroorganismen erkannte, bedeutete dies die Geburtsstunde eines neuen, sich nun rasch in die Breite und in die Tiefe entwickelnden Zweiges der Biologie. Heute kennen wir bereits zahllose Beispiele für ein derartiges intimes Zusammenleben von Bakterien und

niederen Pilzen mit Tieren. Dabei ergab sich bald eine ökologische Bedingtheit solcher «Endosymbiosen». Kommen sie doch bei allen pflanzensäftesaugenden Insekten, also den Zikaden, Schildläusen, Blattläusen usw. vor, sowie bei jenen Baum- und Blattwanzen, welche ebenfalls die ursprünglichere räuberische Lebensweise aufgegeben haben und sich nun den Homopteren gleich ernähren, ferner bei sämtlichen sich ausschliesslich vom ersten Larvenstadium an von Wirbel-

tierblut ernährenden Tieren (Egeln, Milben, Zecken, Bettwanzen, Tsetsefliegen, Hippobosciden, Läusen usw.), bei den sich auf Hornsubstanzen spezialisierenden Federlingen, bei zahlreichen Holzessern — Rüsselkäfern, Bockkäfern, Anobiden, Splintkäfern, Borkenkäfern u. a. m. —, und bei so manchen krautige Pflanzenteile bevorzugenden Insekten. Wenn auch so wenig wählerische Tiere, wie die Küchenschaben und ihre sämtlichen Verwandten eine Bakteriensymbiose besitzen, so bedeutet dies eine Ausnahme. Schliesslich wissen wir heute, dass auch viele leuchtende Tiere — die Feuerwalzen, die Salpen, viele Tintenfische und Fische — ihr Licht Bakterien danken, die sie in ihren Leuchtorganen züchten, und dass auch in so manchen Nierenorganen Symbionten leben.

Die Art, wie diese Mikroorganismen untergebracht werden, ist stets eine streng gesetzmässige. Bald sind es Ausstülpungen des Darmes, in denen sie, sei es frei im Lumen oder in den Epithelzellen, leben, bald Zellen und Organe («Mycetocyten» und «Mycetome»), welche in den Regionen zwischen Darm und Haut lokalisiert sind, bald drüsenähnliche Hauteinstülpungen, wie bei den meisten Leuchtorganen. Schon heute ist die Fülle dieser jeweils spezifisch gebauten Organe kaum noch zu übersehen; dazu kommt noch, dass viele Tiere nicht nur eine Symbiontensorte führen, sondern zwei, drei, ja bis zu sechs verschiedene Formen, die dann nicht minder gesetzmässig bald in gesonderten Abschnitten ein und desselben Organes, bald in eigenen Mycetomen untergebracht werden. Dafür bieten Blattläuse und Schildläuse, vor allem aber die Zikaden, bei denen diese Einrichtungen eine schier sinnverwirrende Komplikation erreichen können, zahlreiche Beispiele.

Unfehlbar funktionierende Übertragungseinrichtungen garantieren das stete Zusammenleben. Vielfach sorgen sie für eine äusserliche Beigabe der Mikroorganismen im Augenblick der Eiablage. Dann nehmen die schlüpfenden Larven die Symbionten, die bald allseits die Eischale verunreinigen, bald einen Klumpen bildend gerade dort liegen, wo sie sich durch sie hindurchfressen müssen, mit dem Munde auf. Noch häufiger aber kommt es bereits zu einer bis in die letzten Einzelheiten geregelten und abgemessenen Infektion der Eizellen im Mut-

terleib, und nur selten sind die Wirtstiere auf eine dem Zufall überlassene, aber trotzdem nie ausbleibende Einwanderung der Symbionten von aussen angewiesen, wie z. B. bei den offenen Leuchtorganen.

Während der Embryonalentwicklung werden die fremden Gäste wie körpereigenes Material behandelt, erneut in Zellen aufgenommen, hiebei eventuell nach Sorten geschieden und an ihre endgültigen Orte befördert. Die Gestalt der Symbionten und ihre Vermehrungsrate wird von dem Wirt nicht minder beherrscht wie ihre jeweilige räumliche Ausdehnung, und wo die Gäste von einem gewissen Zeitpunkte an überflüssig werden, vermag er sich ihrer auch auf verschiedene Weise zu entledigen.

Geht schon aus all solcher Abgemessenheit mit Deutlichkeit hervor, dass es sich bei diesen Endosymbiosen nicht um gleichgültigen Kommensalismus handelt, so hat die experimentelle Richtung der Symbioseforschung zu allem Überfluss bereits den strikten Beweis hiefür erbracht und uns wenigstens in einer Reihe von Fällen gezeigt, welches der tiefere Sinn dieser Bündnisse ist. Es gelang auf die verschiedenste Weise die Symbiontenträger von ihren Inassen zu befreien und so die dadurch bedingten Ausfallserscheinungen festzustellen. Bei der Kleiderlaus vermochte man das unpaare Mycetom auf operativem Wege zu entfernen, bei Objekten, welche die Eischalen mit den Symbionten beschmieren und bespritzen, genügt eine oberflächliche Sterilisierung derselben; in wieder anderen Fällen führte die Einwirkung erhöhter Temperaturen, das Zentrifugieren von jungen Embryonen oder die Einführung antibiotisch wirkender Substanzen, wie Penicillin oder Sulfonamiden zum Ziel. In der Regel war eine weitgehende Entwicklungsverzögerung (blutsaugende und gewisse pflanzensäftesaugende Wanzen) oder selbst völliges Unvermögen, auch nur eine einzige Häutung durchzumachen (Brotkäfer), die Folge. Läuse ohne Symbionten stellten die Nahrungsaufnahme ein, und ihre im Mutterleib sich entwickelnden Eier gingen zugrunde; wo schliesslich doch noch der imaginale Zustand erreicht wurde, blieben die Tiere trotzdem unfähig sich fortzupflanzen und liessen unter Umständen die Ovarien völlig vermissen (Blattiden).

Offenkundig werden also in all diesen

Fällen den Wirtstieren durch die Symbionten lebenswichtige, vornehmlich das Wachstum fördernde Stoffe zugeführt, welche den zumeist höchst einseitigen und sterilen Nahrungsquellen abgehen. In erster Linie handelt es sich dabei um Vitamine der B-Gruppe. Fügt man solche der keimfreien Nahrung zu, so lassen sich die Ausfallerscheinungen kompensieren. Insbesondere beim Brotkäfer (*Sitodrepa*) hat man auf solche Weise feststellen können, welche Vitamine nötig und welche entbehrlich sind. Rechtzeitige künstliche Infektion mit den legiti-

men Symbionten beseitigt begreiflicherweise ebenfalls alle durch deren Fortfall bedingten Schädigungen. So erschliesst in diesen Fällen die Symbiose den Tieren sonst unzugängliche Lebensräume. Inwieweit den symbiontischen Bakterien und Pilzen auch noch anders geartete Leistungen, wie etwa eine Assimilation atmosphärischen Stickstoffes oder die Entfernung von Stoffwechselprodukten zu danken sind, wird die noch junge experimentelle Symbiosenforschung in den kommenden Jahren festzustellen haben. (Autoreferat)

23. Oktober 1950: Prof. Dr. S. Strügger, Münster (Westfalen):

Die Fluoreszenzmikroskopie und ihre Anwendung in der biologischen Grundlagenforschung  
(mit Lichtbildern und Film)

Ausgehend von der hohen Empfindlichkeit des optischen Nachweises fluoreszierender Substanzen, welche zwischen der Nachweisempfindlichkeit unseres Geruchssinnes und dem elektroskopischen Nachweis der Radioaktivität liegt, wird die Anwendung der Fluoreszenzanalyse mit Hilfe des Fluoreszenzmikroskopes für die Bearbeitung einiger Fragen der pflanzenphysiologischen Grundlagenforschung besprochen. Die am biologischen Objekt zu beobachtenden Fluoreszenzerscheinungen werden in zwei Gruppen gegliedert.

1. Die primäre Fluoreszenz.

2. Die sekundäre Fluoreszenz.

Unter primärer Fluoreszenz versteht man solche Fluoreszenzerscheinungen an biologischen Objekten, welche durch natürliche fluoreszenzfähige Inhaltsstoffe hervorgerufen werden. Die Analyse der primären Fluoreszenz erstreckt sich demnach in erster Linie auf das Problem der Verbreitung natürlicher fluoreszierender Substanzen in den Zellen und Geweben der Pflanzen. Als Beispiele werden folgende angeführt. Die Verteilung des Alkaloids Berberin im Spross der Berberitze und die Verteilung des Chlorophylls in den fertig ausgebildeten Chloroplasten.

Unter sekundärer Fluoreszenz versteht man alle diejenigen Fluoreszenzerscheinungen an biologischen Objekten, welche im Experiment durch Hinzufügen von fluoreszierenden Substanzen erzeugt werden. Die methodische Auswertung der sekundären

Fluoreszenzerscheinungen erstreckt sich vornehmlich auf zwei Probleme.

1. Die intravitale Aufnahme und Speicherung fluoreszierender Modellsubstanzen durch lebende Zellen und Gewebe.

2. Die Erforschung des Stofftransportes innerhalb des Pflanzenkörpers mit Hilfe fluoreszierender Indikatorsubstanzen.

Die erste Fragestellung umfasst das alte Problem der Vitalfärbung pflanzlicher Zellen und Gewebe. Es konnte eine Gruppe von fluoreszierenden Substanzen gefunden werden, welche besonders leicht vom lebenden Protoplasma gespeichert werden. Zu dieser Gruppe gehört das Tetramethyldiaminoacridin (Akridinorange), welches wohl die stärkste Affinität zum lebenden Protoplasma besitzt. Die qualitative und quantitative Analyse der Akridinorangefärbung an pflanzlichen Zellen wird eingehend erörtert und der bisherige Stand der Theoriefassung an Hand von quantitativen Resultaten dargestellt. Die Akridinorangefärbung gestattet es unter Berücksichtigung bestimmter Bedingungen, lebendes und totes Protoplasma im Experiment zu unterscheiden.

Da die Speicherung des Akridinorange an alkoholfixierten Zellen von der elektrischen Ladung der Plasmaeiweißkörper abhängt, war es möglich, eine neue Methode zur Bestimmung des isoelektrischen Punktes (I.E.P.) im Protoplasma auszuarbeiten. Die fluoreszenzoptische Methode der Bestimmung des I.E.P. erlaubt es nicht nur, generell für eine Zelle einen I.E.P. anzugeben,

sondern auch die Lage des I.E.P., an verschiedenen Zellorten messend, zu bestimmen. So konnte an *Penicillium*-Mycelien gezeigt werden, dass die I.E.P. polar gelagerter Zellorte in völliger Übereinstimmung mit der Entwicklungspolarität gesetzmässig verschieden liegen.

Auch das Problem der Aufnahme und Speicherung sulfosaurer Fluoreszenzfarbstoffe (Oxy- und Amino-Pyrenulfosäuren) konnte mit Hilfe der Fluoreszenzmikroskope weiter bearbeitet werden. Im Vergleich zu basischen Fluoreszenzfarbstoffen lässt sich am wachsenden Blatt von *Helodea canadensis* eine zonale Anfärbung erzielen, welche bei basischen Farbstoffen und sauren Farbstoffen ein völlig umgekehrtes Speicherbild im Gewebe ergibt.

Die Anwendung der fluoreszenzmikroskopischen Methodik auf den Fragenkomplex der Stoffbewegung im Pflanzenkörper wird

an Hand der Analyse des Transpirationsstromes erörtert.

Die fascikuläre Komponente des Transpirationsstromes lässt sich mit geeigneten Fluoreszenzfarbstoffen quantitativ erfassen.

Die extrafascikuläre Komponente, d. h. die Ausbreitung des Wasser- und Nährsalzstromes in den Parenchymgeweben ausserhalb der Leitbündel, kann nur mit dieser Methodik beobachtet werden.

Bei diesen Experimenten ergab sich der überraschende Befund, dass die Wasser- und Nährsalzleitung ausserhalb der Leitbündel vorwiegend in den Membransystemen erfolgt. Als Leitbahnen funktionieren die von FREY-WYSSLING entdeckten submikroskopischen kapillaren Systeme in den Zellwänden. Abschliessend wird ein fluoreszenzmikroskopischer Film über den Verlauf der fascikulären und extrafascikulären Wasserbewegung im Pflanzenkörper vorgeführt. (Autoreferat)

6. November 1950: P.-D. Dr. K. Wieland, Zürich:

Molekülspektren aller Wellenlängen;  
vom Infrarot bis ins Vakuum-Ultraviolett

(mit Lichtbildern und Demonstration)

Die mannigfachen innermolekularen Bewegungen eines Moleküls (Rotationen, Vibrationen, Elektronensprünge) spiegeln sich in seinen verschiedenartigen Spektren wieder: im Rotationsspektrum (langwelliges Infrarot), im Vibrationsspektrum (kurzwelliges Infrarot) und in den Elektronenbandenspektren (sichtbares und ultraviolettes Gebiet). Aus der mathematischen Analyse und physikalischen Deutung der den einzelnen Spektren zugrunde liegenden Gesetzmässigkeiten erhält man die wichtigsten Konstanten des Moleküls, wie Atomabstände, Schwingungsfrequenzen, Dissoziations- und Ionisationsenergiewerte, oft mit beinahe astronomischer Genauigkeit.

Durch die Entwicklung der Radartechnik ist es in den letzten Jahren namentlich in England und Amerika möglich geworden, das langwelligste, optisch nicht mehr zugängliche Infrarotgebiet mit sehr kurzen elektromagnetischen Wellen (Mikrowellen)

zu erfassen, bisher allerdings erst in einem sehr engen Wellenlängenbereich (0,1—1 cm). Im Mikrowellengebiet lassen sich Absorptionslinien geeigneter Gase mit einer bisher nicht erreichten Genauigkeit messen und in ihre durch die Atomkerne bedingte Hyperfeinstruktur zerlegen.

Interessante Ergebnisse sind in neuerer Zeit vor allem von Herzberg (Ottawa) aus Absorptionsmessungen an sehr schwach absorbierenden Gasen erhalten worden, unter Benützung von optischen Weglängen bis zu 5 km. So lassen sich häufig die äusserst schwachen, im photographisch zugänglichen Infrarotgebiet (1,3—0,7  $\mu$ ) liegenden Vibrationsspektren (Oberschwingungen) noch erfassen und mit grosser Gitterdispersion photographieren. Diese Methode ist sowohl für Präzisionsmessungen auf dem Gebiete der Molekülstruktur als auch für Probleme der Astrophysik (Nachweis schwach absorbierender Gase) vielversprechend. (Autoreferat)

20. November 1950: P.-D. Dr. H. Gloor, Zürich:

### Naturschutz als internationales Problem

Die Entfaltung des Menschengeschlechtes ist schon rein zahlenmässig betrachtet eine Entwicklung, wie sie auch nicht annähernd irgendeinem grösseren Tier im Laufe der ganzen Erdgeschichte zuteil geworden ist. Die Gesamtbevölkerung der Erde betrug nach Schätzungen: 500 Millionen im Jahre 1650, 920 Millionen im Jahre 1800, über 2000 Millionen 1950. Der mittlere Zuwachs seit 1900 beträgt etwa 1,2 %, das bedeutet Verdoppelung in 60 Jahren. Der Mensch beherrscht nicht nur die ganze Erde, sondern er ist, mehr und mehr, darauf angewiesen, alle nutzbaren Elemente der Natur für seinen Lebensunterhalt zu beanspruchen. Es muss neuer Boden nutzbar gemacht, und, wo das nicht möglich ist, die Nutzung intensiviert werden. Es wird folglich in kurzer Zeit keine unberührte Natur mehr geben ausser in eigens dazu vorgesehenen Totalreservaten, in denen Landschaft, Gewässer, Pflanzen- und Tierwelt vollständig unberührt bleiben. Naturschutzgebiete dieser Art sind noch immer viel zu spärlich.

Totalreservate sind besonders deshalb wichtig, weil jedes Lebewesen Glied einer Lebensgemeinschaft ist und in dieser Lebensgemeinschaft einen ganz bestimmten Platz einnimmt. Unter Lebensgemeinschaft verstehen wir eine Assoziation von zahlreichen verschiedenen Pflanzen- und Tierarten, die in einer bestimmten Region unter bestimmten Bedingungen wie Bodenqualität, Klima und Höhenlage, sich in einem bestimmten Kräfteverhältnis erhalten. Das Studium der Lebensgemeinschaften ist nicht nur ein wissenschaftliches Anliegen, sondern hat ausserdem wirtschaftliche Bedeutung.

Der Gesamtbestand einer Tier- und Pflanzenart (Population) erhält sich innerhalb einer Lebensgemeinschaft auf einer mittleren Höhe, ist aber von zahlreichen fördernden und hemmenden Faktoren abhängig, so dass beträchtliche, oft periodische Schwankungen eintreten. Dieses quasi-Gleichgewicht verschiebt sich unter natürlichen Bedingungen in säkularen Zeiträumen, wobei neue Arten sich breitmachen und andere zurückgedrängt werden und aussterben.

Wo aber der Mensch eingreift, sind die Veränderungen katastrophaler Art. In den 2000 Jahren christlicher Zeitrechnung sind von Säugetieren allein rund 100 Arten ausgerottet worden. Dies zum Teil als Folge von notwendigen oder ungewollten und unüberlegten Eingriffen in die natürlichen Lebensgemeinschaften (Ausdehnung landwirtschaftlicher Nutzung, Zerstörung der Wälder und Steppenvegetation, Einführung und Einschleppung fremder Arten), zum grossen Teil aber auch sinnloser Zerstörung (Jagdleidenschaft und gewerbsmässige Ausbeutung). Eine endlose Reihe von Beispielen zeigt, dass vor allem die gewerbsmässige Ausbeutung, wenn sie in den Händen kapitalkräftiger Gesellschaften liegt, in kürzester Zeit zur restlosen Vernichtung von Beständen führt.

Da der Mensch auf die natürlichen Quellen seiner Existenz — Wasser, Boden, Pflanzen und Tiere — angewiesen ist, wird Naturschutz zu einer Notwendigkeit. Die immer mehr anerkannte wirtschaftliche Tragweite des Naturschutzes ist ausschlaggebend. Wenn — beispielsweise — nach leidenschaftlichen Aufrufen von PAUL SARASIN und jahrzehntelangen Bemühungen naturforschender Gesellschaften eine internationale Walfangkonvention endlich doch in Kraft getreten ist, dann beruht das hauptsächlich auf der Einsicht der interessierten Aktiengesellschaften, dass eine schrankenlose Freibeuterei auf den Weltmeeren nach kurzer Zeit das Geschäft ruinieren würde.

Für uns ist aber Naturschutz nicht nur ein wirtschaftliches Problem, sondern ebenso sehr eine ethische Forderung. Die Erde mit allem, was darauf lebt, ist heute dem Menschen untertan und er kann darüber verfügen nach seinem Gutdünken. Wir können und dürfen uns aber nicht dazu verstehen, von der Natur nur als von Sachwerten zu denken. Jeder Mensch sollte ein Gefühl der Verantwortung kennen, der Natur gegenüber, die ihm schutzlos ausgeliefert ist, und der Nachwelt gegenüber, der diese Natur unwiederbringlich verloren geht. Denn was er einmal vom Erdboden vertilgt hat, kann der Mensch mit all seiner Intelligenz niemals wieder erschaffen. Die-

ses Gefühl der Verantwortung, die Freude an der Natur und Achtung vor der lebenden Kreatur zu wecken, ist in erster Linie Aufgabe der Erziehung, und diese Aufgabe muss in den Bestrebungen des internationalen Naturschutzes einen ersten Rang einnehmen.

An Beispielen (Schutzmassnahmen zur Erhaltung der Avifauna in Nordamerika und Neuseeland) wird gezeigt, dass heute Naturschutz als rein ideelle Bestrebung eine respektable Macht bedeutet. Schutzmassnahmen internationaler Tragweite (Schonung der Robbenbestände, Walfangkonvention, Verbot des Importes von Vogelbälgen und Federn, Zugvogelschutz) gründeten sich bisher auf Vereinbarungen, in denen sich verschiedene Regierungen verpflichteten, die in internationalen Kon-

ferenzen festgelegten Schutzbestimmungen für ihre Staatsangehörigen rechtskräftig zu erklären. Die Beteiligung an den Vereinbarungen und Durchführung der Bestimmungen ist (und bleibt vorläufig) eine Sache des guten Willens. Heute besteht neuerdings eine internationale Organisation in Verbindung mit der Unesco, unter dem Präsidium von CHARLES BERNARD, Präsident des Schweiz. Bundes für Naturschutz, der zahlreiche Gesellschaften, aber vorläufig nur wenige Regierungen angehören (Belgien, Holland, Luxemburg, Schweiz). Die Organisation muss sich deshalb vorläufig darauf beschränken, verschiedene Probleme zu studieren, unter denen einen ersten Platz die internationale Förderung des Naturschutzgedankens in der Erziehung einnimmt. (Autoreferat)