

Unterrichtsverwaltungen das Ersuchen, ihr Augenmerk darauf zu richten, daß bei den Prüfungen der Kandidaten in den verschiedenen Zweigen der Naturwissenschaften auch das geschichtliche Moment eine gewisse Berücksichtigung erfahren, und daß zu diesem Ende Vorsorge dafür getroffen werde, akademischen Lehrern, die sich hierfür eignen, besondere Lehraufträge zur Behandlung der Geschichte der Naturwissenschaften in Vorträge und Übungen zu erteilen.“

Mikrophotographische Aufnahme von lebenden Objekten in der Ruhe und in der Bewegung.

Von Prof. Dr. PAUL LINDNER, Berlin.
Institut für Gärungsgewerbe¹⁾.

Nur den lebenden Mikroorganismus habe ich zum Gegenstand der Mikrophotogramme ausgewählt, also nicht den auf dem Deckgläschen in der üblichen Weise durch Hitze fixierten und abgetöteten und dann mit irgend einem Farbstoff mehr oder weniger intensiv gefärbten und in Canadabalsam eingebetteten. In solchen „Dauerpräparaten“ herrscht absolute Ruhe, und der Mikrophotograph hat nur zu sorgen, daß die Aufnahme einer passenden Stelle des Präparates mit Hilfe der richtigen Lichtfilter und bei richtiger Exposition und scharfer Einstellung vor sich geht. Die mühsamste Vorarbeit dürfte hier eigentlich nur in dem Absuchen des Präparates und in der Auswahl der abzubildenden Individuen oder Gruppen von solchen liegen.

Beim lebenden Objekt liegt zunächst die Schwierigkeit vor, dessen Individuen in eine Ebene zu bringen und Flüssigkeitsströmungen zu vermeiden. Letzteres könnte man umgehen, indem man es in Gelatine einbettet; aber da die Gelatineschicht meist nicht dünn genug ausfällt, ist es schon ein großer Zufall, wenn die Objekte wirklich einmal hübsch in der Fläche ausgebreitet daliegen. Weiter hat die Gelatine im vorliegenden Falle die unangenehme Eigenschaft, stark lichtbrechend zu sein und so die Konturen der lebenden Zellen weniger scharf hervortreten zu lassen. Bei konzentrierter Gelatine verschwindet das Bild beinahe ganz, es wird mehr oder weniger „ausgelöscht“.

Begnügt man sich mit der gewöhnlichen Präparation, die Zellen innerhalb der Flüssigkeit zu belassen, diese aber zwischen Deckgläschen und Objektträger zu ganz dünner Schicht zusammenzudrücken, so kann es leicht vorkommen, daß größere Zellen durch den Druck ihre Form verändern, und daß ganze Zellverbände auseinander gerissen werden. Einem Eintrocknen oder stärkeren Flüssigkeitsströmungen könnte man durch Abdichten der Deckgläschen mittels Vaseline durch Herstellung eines sog. „Vaselineeinschlußpräparates“ vorbeugen. Das Präparat hätte aber immer noch den Nachteil, daß die einzelnen Zellen

bunt durcheinander gewürfelt und nicht in der organischen Verbindung, in der sie sich auseinander entwickelt, erscheinen. Das Präparat gibt also keine Vorstellung von der Entwicklung, dem Wachstumsgesetz der Mikrobe. Aber gerade hierin liegt ein besonders anziehendes, lehrhaftes Moment. Es galt also, nach Präparationsmethoden Umschau zu halten, welche uns statt eines öden Trümmerhaufens mehr oder weniger zusammenhängende Entwicklungsbilder liefern. Vortr. hat in den neunziger Jahren zwei Methoden eingeführt, welche diesem Bedürfnis in hohem Grade Genüge leisten; es ist dies einmal die sog. Tröpfchenkultur und dann die Adhäsionskultur. Beide sichern eine von Flüssigkeitsströmungen nur wenig gestörte Entwicklung und die Ausbreitung der mikroskopischen Bildung in einer Ebene. Da als Flüssigkeit eine Nährsalzlösung gewählt wird, setzt in derselben alsbald ein Konkurrenzkampf zwischen den eingesäten Zellen und ihren Nachkommen ein, und indem jede Art ihr eigenes Entwicklungsgesetz hat — verschiedene Wuchsformen und verschieden schnelles Wachstum —, bietet uns das angelegte Präparat am nächsten Tage oder später ein Bild, das ohne weiteres die Grundlage für eine mikrobiologische Analyse abgibt. Seit anderthalb Jahrzehnten sind diese Methoden im Institute für Gärungsgewerbe zu Standardmethoden geworden, aber nicht bloß für die Analyse, sondern auch für den mikroskopisch-biologischen Unterricht, bei dem Studium der Schimmelpilze, Hefen und Bakterien.

Die Freude an den überaus instruktiven Wachstumsbildern machte naturgemäß auch den Wunsch rege, letztere photographisch zu fixieren, und so ist es gekommen, daß innerhalb dieser Zeit an 2000 Mikrophotogramme vom Vortr. aufgenommen worden sind. Bei all diesen Aufnahmen hat sich die Eignung genannter Methoden für die Mikrophotographie aufs unzweideutigste erwiesen. In dem „Atlas der mikroskopischen Grundlagen der Gärungskunde“, der in zweiter Auflage bei Paul Parey, Berlin, erschienen ist und eine anschauliche Einführung in die Mikrobiologie der praktisch in Frage kommenden Schimmelpilze, Hefen und Bakterien bietet, sind 578 der wichtigsten Bilder jener großen Sammlung wiedergegeben und mit Legenden versehen worden.

Da die Ausführung der beiden erwähnten Methoden sehr einfach ist, wird ihre allgemeine Einführung im biologischen Unterricht nur eine Frage der Zeit sein. Natürlich können sie nur da ihre Bedeutung erlangen, wo Mikroskope bis zu sechshundertfacher Vergrößerung zur Verfügung stehen. Bei der Tröpfchenkultur werden mittels einer Zeichenfeder kleine Punkte oder Striche von der zu untersuchenden und mit Nährlösung verdünnten keimhaltigen Flüssigkeit auf die Unterseite eines flammbeheizten Deckgläschens aufgetragen und letzteres dann auf einem hohlen Objektträger mittels Vaseline abgedichtet. Das Deckgläschen muß eine Spur fettig sein, damit die Tröpfchen oder Striche nicht auseinanderlaufen. Bei der Adhäsionskultur wird dagegen ein vollkommen entfettetes Deckgläschen (am besten durch Erhitzen auf Schwarzblech) mit einer dünnen Flüssigkeitslamelle be-

¹⁾ Nach dem Vortrag (mit Lichtbildern), gehalten auf der 82. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Königsberg i. Pr.

schießt und auf dem hohlen Objektträger ebenso befestigt. Bei der Tröpfchenkultur sammeln sich die vorhandenen Mikrobenkeime, sofern sie nicht beweglich sind, an den tiefsten Stellen bzw. an den Rändern; bei der Adhäsionskultur wird der einzelne Keim von dem Meniskus sanft an das Deckgläschen gedrückt, wo er ungestört verbleibt und sich vermehrt. In beiden Kulturen vermehren sich um die Aussaatkeime flächenartig ausgebreitete Kolonien, die nach ihrem ganzen Habitus ohne weiteres diagnostisch verwertbar sind. Dadurch, daß gerade das junge, nach 24 bis 48 Stunden entwickelte Keimungsgebilde besonders charakteristisch zu sein pflegt, ist — vorläufig zunächst in den Gärungsgewerben — diese Art mikrobiologische Analyse von unschätzbarem praktischen Werte geworden, denn sie unterrichtet uns rechtzeitig über die Gegenwart fremder, unerwünschter Mikrobenkeime. Die nur mühsam und umständlich erworbene Erfahrung eines Spezialisten auf diesem Gebiete kann, nachdem die charakteristischen Keimungsbilder auf die photographische Platte gebracht, nunmehr gewissermaßen im Fluge von jedermann erworben werden. Für die photographische Aufnahme ist wichtig, daß in solchen Kulturen die Zellen nicht vereinzelt da und dort im Gesichtsfelde zerstreut liegen, sondern dicht aneinander gedrängt sind, so daß auch numerisch das Bild Inhalt bekommt im Gegensatz zu den üblichen gefärbten Ausstrichpräparaten. (Vortr. führt eine Anzahl Bilder aus dem Gebiete der Schimmelpilz-, Hefen- und Bakterienkunde vor, welche die Eigentümlichkeiten der beiden Methoden erkennen lassen.) Besonders instruktiv gestalten sich die Schimmelpilzkulturen; daher wird diesen im biologischen Unterricht der Zukunft eine Hauptrolle zukommen. Schwierigkeiten in der photographischen Aufnahme der vorher erwähnten Keimungsbilder oder auch älterer Zustände der Kolonien bestehen nur dort, wo die einzelnen Elemente zu sehr die sogenannte Brown'sche Bewegung zeigen. Namentlich bei kleinzelligen Hefen ist das zumeist der Fall. Hier, wie bei den mit willkürlicher Bewegung begabten Mikroben kann nur die Momentphotographie aus- helfen. Die Färbungsverfahren versagen übrigens auch deshalb bei hefen- und schimmelpilzartigen Mikroben, weil durch dieselben die Zelle schrumpft, und so ihre volle Form verliert. Noch mehr ist dies bei großzelligen Organismen der Fall, wie sie z. B. in der Flora und Fauna des Süßwassers oder Meerwassers anzutreffen ist. Mit der Aufnahme von lebenden Rädertierchen (Rotifer, Brachionus) und Infusionstierchen hat Vortr. zuerst sich versucht. Er benutzte einen durch Federspannung in der Geschwindigkeit zu regulierenden Schlitzverschluß, den er nach vorausgegangener scharfer Einstellung des Bildes bei abgeblendetem Licht vor dem Mikroskop anbrachte und nach Öffnung der Kassette in Funktion setzte. Natürlich vergeht zwischen dem Einstellen des Bildes auf der Mattscheibe und dem Vortauschen desselben durch die Kassette eine geraume Zeit, so daß unter Umständen bei der Aufnahme das gewollte Objekt gar nicht auf der Platte erscheint, weil es inzwischen im Präparat nach einer ganz anderen Stelle sich bewegt hat. Aber auch da, wo der Organismus festsitzt, ver-eitelt der Schrecken, den die in das Präparat her-

einbrechende Licht- und Wärmeflut bei dem Organismus auslöst, ein Zusammenziehen desselben. So erwiesen sich z. B. die Rädertierchen sehr schreckhaft und erst nach langen Bemühungen ließ sich ein lichtfestes Individuum ausfindig machen; das bei vier hintereinander erfolgten Aufnahmen standhielt und erst bei der fünften in sich zusammenfuhr.

Die geschilderte Versuchsanordnung ist sehr einfach und deshalb dort ganz angebracht, wo auf der Platte nicht ein einzelnes Individuum, sondern ganze Herden zur Abbildung gelangen. Vortr. führt Bilder vor von *Oscillaria*, *Beggiatoa*, Chromatien, *Pediastrum* (das ruckweise Drehbewegungen zeigt), *Carchesium*, Rotifer und *Brachionus*, ferner von *Culex pipiens*, Larven von *Corethra plumicornis* und Anguillulaarten, ferner von Schnecken-eiern mit lebhaft beweglichen Embryonen. In den meisten Fällen wurde eine Expositionszeit von $\frac{1}{10}$ Sekunde angewandt.

Einen Fortschritt in der Technik der Momentphotographie für Mikroben brachte die Verwertung der Spiegelreflexcamera durch Prof. Dr. Scheffer, Berlin, von der Firma Karl Zeiß. Der in der Camera angebrachte drehbare Spiegel wirft das Bild auf eine Mattscheibe, die in der Vorderwand der Camera eingelassen ist, und die vom Spiegel ebenso weit entfernt ist, wie die Platte von der Kassette auf der Rückseite der Camera. Sobald man den günstigen Moment zur Aufnahme gekommen glaubt, dreht man den Spiegel so, daß das Licht seinen Weg zur Kassette nimmt, die mit Schlitzverschluß ausgerüstet ist. In dem Augenblick, wo der Spiegel horizontal liegt, wird der Schlitzverschluß durch einen elektrischen Kontakt in Aktion gesetzt.

In letzter Zeit hat man auch kinematographische Aufnahmen von beweglichen mikroskopischen Objekten gemacht. Resultate werden nur dort zu erreichen sein, wo die Organismen sich nicht durch andauernde Lichtwirkung einschüchtern lassen; anderenfalls werden die Bilder nur eine Darstellung der einzelnen Phasen des allmählich eintretenden Lichttodes sein.

Welche Fortschritte auch die photographische Technik noch uns bescheren möge, um Momentaufnahmen zu machen, immer wird die Vorbedingung zu einem Erfolg liegen in der sorgfältigen sachgemäßen Anlage des Präparates, bei dem die Objekte möglichst in einer Ebene sich ausbreiten.

Für so winzige Organismen, wie die Bakterien, hat das Burrische Tuscheverfahren neuerdings eine Möglichkeit geschaffen, sie ungefärbt und lebend, also ohne Schrumpfung, zu photographieren. Die Methode lehnt sich in der Technik an die Tröpfchen- und Adhäsionskultur ziemlich eng an, führt aber mit der chinesischen Tusche ein neues Hilfsmittel ein, das gute Kontrastwirkungen im Bilde liefert. Mit ihrer Hilfe gelingt es sogar, schwierigere Objekte, wie die *Spirochaete pallida*, die man nur mit Hilfe des Ultramikroskops demonstrieren konnte, sichtbar zu machen und zu photographieren.

Zum Schluß weist Vortr. noch hin unter Vorführung einiger farbiger Bilder auf die Bedeutung der Lumière- und Omnicolorplatten zur Aufnahme lebender farbiger Objekte. Bei lebenden Hefen und Bakterien kommen solche nicht in Betracht, wohl

[A. 207.]

Von W. GÖSSLING-Leipzig.

(Eingeg. d. 11./7. 1910.)

Allgemeine organische Chemie.

⁶⁾ Berl. Berichte 42, 3930 (1909).

$$\text{C}_6\text{H}_5\text{CO} \cdot \text{O} \cdot \text{OH} + \begin{array}{c} > \text{C} = \text{C} < \\ + > \text{C} - \text{C} < \\ \quad \quad \quad \text{O} \end{array} = \text{C}_6\text{H}_5\text{COOK}$$

¹³⁾ Berl. Berichte 42, 68 (1909).