©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Chemisches über die niedersten Organismen.

Von

Theodor Panzer.

Vortrag, gehalten den 8. November 1911.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Wenn man das Studium eines komplizierten naturwissenschaftlichen Problems in Angriff nehmen will, so schält man gerne zunächst die wesentlichste Frage des Problems heraus und versucht, diese Frage unter möglichst einfachen Bedingungen zu studieren. Hat man die wesentlichste Frage gelöst, dann kann man durch mannigfaltige Variation der Bedingungen nach und nach auch bis zum völligen Verständnis des komplizierten Problems vordringen.

Eines der kompliziertesten Probleme der Naturwissenschaften ist gewiß das Problem des Lebens der Menschen, der Tiere und der Pflanzen, und es liegt der Gedanke nahe, diesem Problem dadurch näher zu kommen, daß man zunächst die einfachsten Tiere und die einfachsten Pflanzen eingehend studiert.

Steigt man so in der Reihe der Tiere herunter, so kommt man schließlich zu winzigen Tierchen, von welchen jedes nur aus einer einzigen Zelle besteht. Es sind dies jene Tiere, welche man als Protozoën oder Urtiere bezeichnet und welche teils frei wie die Infusorien im Wasser, in dem Boden, auch in der Luft leben, teils als Parasiten von anderen, und zwar höheren Tieren beherbergt werden.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Ebenso führt die absteigende Reihe der Pflanzen am Ende zu winzigen, einzelligen Organismen. Von diesen niedersten, nur aus einer Zelle bestehenden Pflanzen beanspruchen das meiste Interesse die Bakterien und die Hefe- und Schimmelpilze.

Mit diesen beiden großen Gruppen von einzelligen Organismen berühren sich Tierreich und Pflanzenreich. Diese Berührung ist so innig, daß eine scharfe Grenze zwischen einzelligen Tieren und einzelligen Pflanzen nicht gezogen werden kann. Und so werden gewisse einzellige Organismen, wie etwa der Erreger des Wechselfiebers, das Plasmodium malariae, bald in das Tierreich, bald in das Pflanzenreich gerechnet.

Mit dem Studium dieser kleinsten, einzelligen Organismen scheint auf den ersten Blick die Frage, wie das Problem des Lebens am einfachsten anzupacken wäre, gelöst zu sein; denn es wäre damit das Problem des Lebens auf die einzelne, selbständig lebende Zelle vereinfacht worden, während alle anderen Tiere und Pflanzen aus Aggregaten von Zellen, die höchsten Tiere und Pflanzen aus Aggregaten von vielen, vielen Zellen bestehen; ja jedes Organ dieser Tiere und Pflanzen besteht schon aus sehr vielen Zellen.

Jedes Organ hat dem Tiere einen bestimmten, von der Natur vorgeschriebenen Dienst zu leisten, es besitzt seine bestimmten, fest umschriebenen Funktionen. Ebenso haben die Zellen eines Organes nur ganz bestimmte, begrenzte chemische Prozesse zu leisten, und zwar andere als die Zellen eines andern Organes. Dementsprechend

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

wird auch die chemische Beschaffenheit der Zellen des einen Organes naturgemäß eine andere sein müssen als die der Zellen eines andern Organes.

Steigen wir nun allmählich in der Reihe der Tiere herab, so finden wir um so weniger Organe, je niederer das Tier steht. Es verschmelzen sozusagen zwei oder mehrere Organe zu einem einzigen. Während z. B. die Säugetiere eine Leber und eine Bauchspeicheldrüse besitzen, findet sich bei den Krebsen an Stelle dieser beiden Drüsen nur eine einzige, das Hepatopankreas. Oder an Stelle von Schlund, Magen und Darm besitzen die Quallen nur eine einzige Leibeshöhle. Die Leber des Säugetiers hat ihre bestimmten Funktionen, die Bauchspeicheldrüse wieder andere; das Hepatopankreas des Krebses muß nun beide Gruppen von Funktionen in sich vereinigen. Sieht man von den gesteigerten Anforderungen ab, welche das höhere Tier an seine Organe stellt, so wird man wohl sagen müssen, daß die chemischen Prozesse in den Zellen des Hepatopankreas der Krebse in gewisser Beziehung mannigfachere, von einander mehr verschiedene sein werden als etwa die chemischen Prozesse in der Leber des Säugetieres.

Besteht nun gar das ganze Tier nur aus einer einzigen Zelle, dann wird diese Zelle alle für das Leben notwendigen Funktionen, welche bei höheren Tieren auf mehrere Organe verteilt sind, versehen müssen. Die chemischen Vorgänge in einem solchen einzelligen Tiere, ebenso wie in einer einzelligen Pflanze werden daher in gewisser Hinsicht komplizierter sein als etwa in der Zelle der Leber der Säugetiere und unser Traum von der

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Vereinfachung des Lebensproblems scheint wieder zerronnen zu sein.

Trotzdem hat das Studium dieser einzelligen Lebewesen schon so manche Mine gegen die schier unbezwinglich erscheinenden Festungswerke vorgeschoben, mit welchen sich das Problem des Lebens unserer Erkenntnis gegenüber verschanzt. Wir dürfen uns aber nicht verhehlen, daß diese Festung, soll sie fallen, auch von anderen Seiten angegriffen werden muß.

Doch nicht nur von dieser rein wissenschaftlichen Seite interessieren uns diese niedersten Lebewesen. Wurde man ja doch zunächst durch praktische Bedürfnisse zu deren Erforschung gedrängt, nachdem man erkannt hatte, daß manche von ihnen durch ihre Ansiedlung im Menschen oder in unseren Haustieren Gesundheitsstörungen, oft aber auch verheerende Seuchen hervorrufen.

Diesem praktischen Bedürfnisse folgend, hat sich ein Zweig der Heilkunde dieses Gebietes bemächtigt, welches ihr von den Zoologen und Botanikern gerne überlassen worden ist, weil seine Erforschung ganz besondere Methoden erheischt, welche von den zoologischen und botanischen Forschungsmethoden wesentlich abweichen. Damit ist denn die Wissenschaft der Bakteriologie entstanden, eigentlich nicht ganz richtig so genannt, weil sie sich nicht allein mit den Bakterien beschäftigt, sondern auch mit den Hefe- und Schimmelpilzen und sich auch auf die Protozoën erstreckt. Gerade die letzten haben durch die Forschungen der letzten Jahre erhöhtes In-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

teresse gewonnen, als man fand, daß gewisse Erkrankungen des Menschen, wie die Schlafkrankheit und andere bösartige Seuchen, noch mehr Erkrankungen aber bei unseren Haustieren durch Protozoën verursacht sind, so daß immer mehr die Abtrennung einer eigenen Spezialwissenschaft von der Bakteriologie notwendig erscheint und die Protozoënforschung als eigene Spezialwissenschaft im Entstehen begriffen ist.

Wie die Chemie in jede Naturwissenschaft ihre Nase hineinsteckt, so ist sie auch bereitwilligst dem Rufe der Bakteriologen gefolgt, um die Lösung mehrerer Spezialprobleme nicht ohne Glück zu übernehmen.

Wenn hierüber nun auszugsweise berichtet werden soll, so drängt sich zunächst die Frage auf: Sind diese niederen Lebewesen überhaupt der chemischen Erforschung zugänglich, kann man sie frei von unwesentlichen Beimengungen in genügender Menge bekommen?

Für die Bakterien, Hefe- und Schimmelpilze hat die Bakteriologie diese Frage durch ihre Züchtungsmethoden gelöst, welche selbst wieder mit Hilfe der Chemie erfunden worden sind. Das Wesen dieser Züchtungsmethoden ist folgendes: Man löst die zum Leben der Bakterien dienenden Nährstoffe, sozusagen das Futter für die Bakterien im Wasser auf und erhält so den Nährboden, welchen man durch Zusatz von Leim oder einer gallertigen Substanz aus dem Pflanzenreich, gewöhnlich Agar-Agar, in einen halbfesten, gallertigen Aggregatzustand überführen kann, was für gewisse, hier nicht näher zu erörternde Zwecke erforderlich ist. In diesen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Nährboden bringt man eine sehr kleine Menge des bakterienhältigen Substrates, Eiter, Blut, Organteilchen u. dgl. und erwärmt auf eine für das Wachstum förderliche Temperatur, meist 37 ° C, in sogenannten Bruträumen.

Dank ihrer großen Vermehrungsfähigkeit findet man schon nach wenigen Tagen eine große Anzahl von Bakterien in dem Nährboden und kann durch das sogenannte Überimpfen, d. h. Übertragen einer winzigen Menge des bakterienhältigen Nährbodens auf neuen Nährboden die Anzahl der Bakterien fortgesetzt vergrößern.

Von dem Nährboden kann man die Bakterien in der Regel auf mechanischen Wegen trennen. Flüssige Nährböden gießt man z. B. auf ein Filter, durch welches die Nährflüssigkeit hindurchfließt, während die Bakterien zurückgehalten werden und leicht von dort gesammelt werden können.

Die nächstliegendsten Fragen hätten sich wohl damit zu beschäftigen, aus welchen chemischen Stoffen diese niederen Lebewesen bestehen.

Diese für die Lösung des Lebensproblems so wichtige Frage ist allerdings bisher durch andere, vorläufig vom Standpunkte der Praxis wichtiger erscheinende Fragen in den Hintergrund gedrängt worden. Immerhin kann schon einiges über die chemische Zusammensetzung ausgesagt werden. Das Lebende in diesen einzelligen Organismen ist wie in jeder Zelle ein zähflüssiges, gallertiges Klümpchen, welches man Protoplasma nennt. Soweit Bakterien, Hefe- und Schimmelpilze untersucht sind, besteht dieses Protoplasma wie auch das Protoplasma

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

anderer Zellen im wesentlichen aus außerordentlich kompliziert zusammengesetzten Eiweißstoffen, welche den Namen Nucleoproteïde führen. Alle Nucleoproteïde unterscheiden sich nebst ihrer komplizierten Zusammensetzung wesentlich von anderen Eiweißstoffen dadurch, daß sie Phosphor enthalten. So wurde z. B. der Erreger der epidemischen Genickstarre, der *Bacillus intracellularis meningitidis*, besonders reich an Phosphor befunden. Eingehend studiert sind die Eigenschaften des Nucleoproteïds aus der gewöhnlichen Bierhefe. Man will auch konstatiert haben, daß die Nucleoproteïde der Bakterien durchwegs giftig sind, indem sie, wenn sie in das Blut von Tieren eingespritzt werden, schwere Erkrankung dieser Tiere hervorrufen. Doch mag diese Eigenschaft der Bakteriennucleoproteïde nicht als etwas diese besonders Auszeichnendes angesehen werden, wissen wir ja doch, daß auch jeder andere Eiweißstoff beim Einspritzen in das Blut eines Tieres eine mehr oder minder schwere Erkrankung des Tieres hervorruft, wenn nicht gerade der Eiweißstoff von einem Tiere derselben Gattung stammt.

Viele einzellige Lebewesen bestehen nur aus Protoplasma. Bei manchen ist das Protoplasma von einer Haut vollkommen umschlossen. Solche Lebewesen erlangen dadurch eine ganz besondere Widerstandsfähigkeit gegen schädigende Einflüsse von außen. So widersteht der mit einer solchen Membran ausgestattete Erreger der Tuberkulose, der Tuberkelbazillus, selbst der Einwirkung von Mineralsäuren. Andere niedere Organismen, welche an

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

und für sich nicht so besonders widerstandsfähig sind, bilden im Verlaufe der fortgesetzten Vermehrung Individuen, welche auf einmal mit einer sehr festen Kapsel umgeben sind und infolgedessen selbst Erhitzung auf höhere Temperaturen, die sonst jedes Leben unfehlbar vernichten würden, ohne Schädigung vertragen. Diese eingekapselten Formen, Sporen genannt, sind den Samen der höheren Pflanzen vergleichbar. Kommen die Sporen unter günstige Lebensbedingungen, so bilden sie wieder gewöhnliche Individuen, welche sich ihrerseits rasch weiter vermehren. Solche Sporen bildet der Erreger des Milzbrandes, der Milzbrandbazillus. Da die Milzbrandsporen durch die gewöhnlichen Desinfektionsverfahren nicht abgetötet werden, so haben sie etwas Heimtückisches an sich, indem ein Material, trotzdem es schon der gewöhnlichen Desinfektion unterworfen war, immer noch zur Ansteckung mit Milzbrand führen kann, wenn der Bazillus unglücklicherweise Sporen gebildet hat.

Es liegt auf der Hand, daß man sich bei der Ersinnung von Desinfektionsverfahren auch mit der Frage wird beschäftigen müssen, wie solche widerstandsfähige Hüllen zerstört werden können, und bei der Lösung dieser Frage wird die Kenntnis von der chemischen Natur der Stoffe, aus welchen diese Hüllen bestehen, von großem Werte sein.

In vielen Bakterien, welche daraufhin untersucht worden sind, hat man Stoffe gefunden, welche dem sogenannten Zellstoff, der Cellulose der höheren Pflanzen, nahestehen und welche bei diesen auch den chemischen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Grundstock der Holzsubstanz bilden. Da die Cellulose in den gewöhnlichen Lösungsmitteln sich nicht auflöst und auch der Einwirkung von Laugen und Mineralsäuren, wenn sie nicht gar zu konzentriert sind, widersteht, so könnte es erklärlich erscheinen, daß eine Bakterienform, welche mit einer Hülle aus celluloseähnlichem Materiale umgeben ist, dadurch auch besonders widerstandsfähig geworden ist.

Bildet aber die Cellulose wirklich die Hülle oder durchzieht sie nur das Protoplasma des Bakteriums? Die Lösung dieser Frage scheitert vielfach an technischen Versuchsschwierigkeiten. Möglich war sie beim Tuberkelbazillus und hat das unerwartete Resultat gebracht, daß die Hülle dieses Bazillus, obwohl er selbst reichlich widerstandsfähige Cellulose enthält, aus Fett besteht und sich in den gewöhnlichen, Fette auflösenden Mitteln, wie Benzin, Äther, Chloroform, leicht auflöst. Allerdings ist dieses Fett von ganz besonderer Art, es nähert sich in mancher Beziehung dem Bienenwachse, in anderer wieder der Substanz unserer modernen Kerzen, dem Stearin.

Eine andere auffallende Eigenschaft gewisser einzelliger Organismen ist wieder die, daß sie sich mit einer schleimigen Hülle umgeben. Die schleimigen Hüllen mehrerer Individuen fließen zusammen und so bilden sich kleinere oder größere Gemeinwesen. Solche von Bakterien produzierte schleimartige Stoffe haben sich bei der chemischen Untersuchung als Pektinsubstanzen erwiesen. Die Pektinsubstanzen haben die Eigenschaft, im Wasser zu quellen und dann gallertige Aggregate zu

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

liefern. Sie sind im Pflanzenreich sehr verbreitet und finden sich unter anderen in Quittenäpfeln. Die Pektinsubstanzen ebenso wie die Cellulose sind chemisch aus Zuckern aufgebaut, sie sind demnach in die Gruppe der Kohlehydrate zu rechnen. Was mögen wohl die Pektinstoffe der Bakterien für einen Zweck haben? Einer der größten Feinde der Bakterien ist die Austrocknung. Die Pektingallerte bildet nun ein nicht zu unterschätzendes Wasserreservoir, welches unter trockenen Verhältnissen die Bakterien noch eine Zeitlang mit Wasser versorgt.

Sind, wie früher angedeutet, für die chemische Erforschung der Bakterien, Hefe- und Sproßpilze die Wege geebnet durch die wohlausgebildeten Züchtungsverfahren, so liegen andererseits die Verhältnisse für die Protozoën minder günstig. Es unterliegt zwar keinem Zweifel, daß es gelingen wird, die im Wasser und im Boden frei lebenden Protozoën nach angepaßten Methoden gleichfalls rein zu züchten, nur sind eben diese Methoden noch nicht so vollkommen ausgebildet. Die den Praktiker mehr interessierende Gruppe sind aber diejenigen Protozoën, welche als Parasiten höherer Tiere leben, und unter diesen die krankheitserregenden. Die künstliche Züchtung dieser parasitischen Urtierchen ist aber leider bisher auf unüberwindlich erscheinende Schwierigkeiten gestoßen und damit erscheint auch die Aussicht auf eine Möglichkeit, sie chemisch zu erforschen, recht gering.

Trotzdem konnte ich vor einiger Zeit ein für die chemische Untersuchung eines solchen Urtierchens geeignetes Material erlangen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Bei manchen Seefischen, besonders beim sogenannten Seelachs *(Gadus virens)*, kommt mitunter eine Erkrankung vor, welche im wesentlichen darin besteht, daß die Schwimmblase des Fisches statt mit Luft gänzlich mit einer gelben, crêmeartigen Masse ausgefüllt ist.

Die mikroskopische Untersuchung lehrt nun, daß die gelbe, crêmeartige Masse ausschließlich aus den verschiedenen Entwicklungsformen eines Protozoons, der *Goussia gadi*, nebst seinen Ausscheidungsprodukten besteht. Auch dieses Urtierchen bildet Sporen, welche von einer sehr dicken Kapsel umhüllt sind, während andere Entwicklungsformen sich in eine schleimige Masse einbetten.

So hatte ich nun eine Reinkultur eines Protozoons, allerdings zunächst ohne Aussicht, die einzelnen Entwicklungsformen voneinander und von den Ausscheidungsprodukten trennen zu können. Einem günstigen Zufalle konnte ich es danken, daß es mir gelang, auf chemischem Wege die Sporen von allen anderen Bestandteilen der gelben Masse zu trennen.

Die chemische Untersuchung dieser Sporen führte nun zu dem merkwürdigen Resultate, daß die Kapsel der Sporen weder aus Cellulose, noch aus Fett, sondern aus einem Eiweißstoff bestand. Dieses Eiweiß war nahe verwandt der Eiweißsubstanz, aus der das Häutchen besteht, welches das Weiße des Hühnereies von der kalkigen Schale trennt, und damit im weiteren mit denjenigen Eiweißstoffen, aus welchen die Haare, Hörner, Hufe,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Klauen und Fingernägel bestehen, es war demnach, kurz gesagt, eine Hornsubstanz, ein Keratin.

Aber auch das Protoplasma dieser Protozoënsporen war wesentlich verschieden von dem Protoplasma der Bakterien und Hefepilze; denn es war sehr arm an Phosphor und ich konnte trotz emsigen Suchens nichts anderes finden, was auf das Vorhandensein eines Nucleoproteïds gedeutet hätte.

Auch die chemischen Bestandteile der von den Sporen abgetrennten übrigen Entwicklungsformen waren wesentlich anders beschaffen als bei den Bakterien. Wohl konnte ich auch die Schleimsubstanz isolieren, sie war aber kein Pektinstoff, sondern ein Eiweißstoff. Während in den Bakterien beträchtliche Mengen von Kohlehydraten zu finden sind, vermißte ich sie in der Goussia. Dafür enthielt diese einen Eiweißstoff, welcher beim Kochen mit Wasser einen Leim liefert, während leimgebende Substanzen dem ganzen Pflanzenreiche und damit auch den Bakterien vollständig fremd sind. Auch das in reichlichen Mengen aufgefundene Fett der Goussia war wesentlich verschieden von den bekannten Bakterienfetten. Es zeigte in seiner chemischen Zusammensetzung eher Verwandtschaft mit Fetten, welche bei gewissen krankhaften Prozessen in Organen des Menschen und wohl auch der Säugetiere auftreten.

Sollte also doch eine scharfe Grenze, wenigstens in chemischer Beziehung, zwischen niedersten Tieren und niedersten Pflanzen bestehen, wo doch der Form und den

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Lebensvorgängen nach eine solche Grenze nicht gezogen werden kann?

Es wäre gewiß voreilig, aus einer einzigen Untersuchung einen so schwerwiegenden Schluß zu ziehen.

Die künstliche Züchtung der Bakterien eröffnet dem Chemiker noch viel weitere Wege. Gesetzt den Fall, wir würden einen Nährboden vollständig analysieren, bevor Bakterien darauf gewachsen sind, und wieder analysieren, nachdem er Bakterien beherbergt hatte, so könnten wir finden, welche Bestandteile des Nährbodens von den Bakterien verzehrt worden sind und in welche Stoffe diese Bestandteile durch die Bakterien umgewandelt worden sind. Wir gewinnen so Aufschlüsse über die chemischen Prozesse in der lebenden Bakterienzelle, und zwar auf leichtere Weise viel genauere Aufschlüsse, als wir sie bei höheren Tieren oder Pflanzen erlangen können; wir können also verhältnismäßig leicht den Stoffwechsel der Bakterien studieren. Aber noch mehr. Da wir die Zusammensetzung des Nährbodens verändern können, so können wir auch den Stoffwechsel beeinflussen und variieren.

Ohne auf diesem schon relativ viel bearbeiteten Gebiete ins Detail eingehen zu wollen, möchte ich nur einige markante Gesichtspunkte hervorheben.

Durch Variation der Zusammensetzung des Nährbodens kann man den Bakterien gewisse Eigenschaften geben, andere wieder nehmen, man kann selbst die Formen variieren. Was vom praktischen Standpunkte besonders

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

wichtig erscheint, man kann Krankheitserregern durch fortgesetzte Züchtung auf Nährböden von bestimmter chemischer Zusammensetzung die Fähigkeit, Krankheiten zu erzeugen, die sogenannte Virulenz vollständig nehmen. Die chemischen Prozesse in diesen einzelligen Organismen werden, wie auch bei höheren Lebewesen, großenteils durch Fermente durchgeführt. Infolge der vielseitigen Anforderungen, welche an die einzelligen Lebewesen gestellt werden, indem sie ja alle zum Leben notwendigen chemischen Prozesse in einer einzigen Zelle durchführen müssen, wird auch der Gehalt dieser Zelle an Fermenten mannigfaltiger sein als bei den Zellen der höheren Lebewesen.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit will ich als Beleg nur einige Fermente aufzählen, welche in der gewöhnlichen Bierhefe nachgewiesen worden sind:

die Zymase, welche die alkoholische Gärung bewirkt,

die Diastase, welche Stärke in Traubenzucker verwandelt,

die Invertase, welche Rohrzucker in Traubenzucker und Fruchtzucker spaltet,

die Maltase, welche Malzzucker in Traubenzucker verwandelt,

die Lactase, welche Milchzucker spaltet,

das proteolytische Ferment, welches Eiweißstoffe in seine Bestandteile zerlegt,

mehrere Oxydasen, welche verschiedene Stoffe zur Aufnahme von Sauerstoff zwingen usw.

Diese Fermente können vielfach voneinander getrennt und mehr oder minder rein dargestellt werden.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Namentlich die Bakterien haben die Fähigkeit, einzelne ihrer Fermente aus ihrer Zelle austreten lassen zu können und in die Umgebung auszuscheiden, sie sezernieren diese Fermente, während sie andere Fermente wieder fest in ihrer Zelle zurückhalten und erst dann an geeignete Lösungsmittel abgeben, wenn sie abgetötet sind.

Im großen und ganzen betrachtet ist der Stoffwechsel der Bakterien und Sproßpilze derselbe wie der der höheren Tiere, sie spalten die ihnen zugeführten Nährstoffe in einfachere Stoffe und bauen entweder aus diesen einfacheren Stoffen die kompliziert zusammengesetzten Stoffe ihres Leibes wieder auf, oder aber sie unterwerfen die einfacheren Stoffe einer bei verhältnismäßig niederer Temperatur vor sich gehenden Verbrennung.

Was den Stoffwechsel dieser einzelligen Lebewesen wesentlich von dem der höheren Lebewesen unterscheidet, läßt sich der Hauptsache nach unter zwei Gesichtspunkte zusammenfassen:

1. besitzen sie ein außerordentliches Anpassungsvermögen an die ihnen gerade zur Verfügung stehende Nahrung und

2. führen sie die ebenerwähnte Verbrennung der aus den Nährstoffen gebildeten Spaltungsprodukte nicht immer bis zu so einfach zusammengesetzten Endprodukten wie die höheren Lebewesen.

Einige Beispiele mögen das letztere beleuchten.

Die höheren Lebewesen spalten die Kohlehydrate zu Zucker und wenn sie diesen Zucker zu verbrennen haben, so wird daraus schließlich Kohlensäure und Wasser.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die Hefe führt aber die Verbrennung des Zuckers nicht so weit, sie macht daraus nur Kohlensäure und Alkohol. Der Milchsäurebazillus macht aus Zucker nur Milchsäure.

Die Erreger der Fäulnis führen wieder nicht alle Spaltungsprodukte der Eiweißstoffe in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak über, wie es höhere Lebewesen tun, sie arbeiten weniger sorgfältig und verbrennen das eine Spaltungsprodukt der Eiweißstoffe nur bis zu dem ekelhaft riechenden Indol, ein zweites nur bis zu einer basischen Substanz, dem Kadaverin, ein drittes nur bis zu einer anderen basischen Substanz, dem Putrescin usw.

Daß nun unter den Produkten der unvollständigen Verbrennung auch Stoffe entstehen können, welche auf höhere Lebewesen als Gifte wirken, darf nicht besonders wunderbar erscheinen.

Gewiß stammen nicht alle von den Bakterien gebildeten Gifte aus der unvollständigen Verbrennung der Spaltungsprodukte der Nährstoffe, aber wir können uns ganz gut vorstellen, daß die Bakterien, wenn ich den Scherz wiederholen darf, auch schon bei der Spaltung der Nährstoffe nachlässige Arbeit machen und schon vor vollendeter Spaltung die wieder nur unvollständige Verbrennung beginnen, und daß auch auf diesem Wege Gifte entstehen können, welche dann naturgemäß eine kompliziertere chemische Zusammensetzung besitzen müssen wie etwa Alkohol, Indol u. dgl.

Auf Grund dieser Betrachtungen können wir ganz gut die krankheitserregende Wirkung gewisser Bakterien, die im wesentlichen eine chemische Wirkung ist, ana-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

lysieren und wollen als Beispiel die Entstehung einer Eiterpustel wählen.

In eine kleine Verletzung der Haut gelangen zufällig sogenannte Eiterbakterien. Als Nährboden dienen ihnen zunächst die das Gewebe der Haut durchtränkenden Säfte. Die Bakterien vermehren sich und scheiden die Endprodukte ihres Stoffwechsels zunächst in die Gewebssäfte aus. Unter diesen Endprodukten des Stoffwechsels der Bakterien befinden sich auch Gifte. Diese Gifte schädigen in der nächsten Umgebung das Gewebe der Haut, sie rufen eine Erkrankung dieses Gewebes hervor, welche man Entzündung nennt und welche mit Abnormitäten der Zirkulation der Gewebssäfte und des Blutes einhergeht. Infolge dieser Zirkulationsstörungen einerseits, der fortdauernden Giftwirkung andererseits stirbt das nächstliegende Gewebe ab. Die Bakterien sondern aber auch Fermente ab, unter diesen auch Fermente, welche Eiweißstoffe spalten und in lösliche Produkte von eiweißähnlicher Natur, in sogenannte Albumosen umwandeln. Diese Fermente lösen daher auch das abgestorbene Gewebe auf, die daraus entstandenen Albumosen dienen wieder den Bakterien zur Nahrung. So entsteht in dem Gewebe der Haut ein mit Flüssigkeit erfüllter Hohlraum, welcher auch die Bakterien beherbergt und sich fortgesetzt auf Kosten des umliegenden Gewebes vergrößert. Zu dem Entzündungsprozeß gehört wesentlich auch das massenhafte Auftreten frei beweglicher Zellen in dem Entzündungsherd. Diese Zellen werden von dem von der Entzündung betroffenen Men-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

schen geliefert, sie finden sich normalerweise auch im Blute und heißen dort weiße Blutkörperchen. Infolge ihres massenhaften Auftretens sind sie oft nicht vollständig ausgebildet, sie haben großenteils ein anderes Aussehen als die entsprechenden Zellen im Blute und führen dann den Namen Eiterkörperchen. Auch diese Eiterkörperchen wandern in den oben erwähnten Hohlraum ein und beginnen dort einen erbitterten Kampf mit den Bakterien, indem sie Bakterien in ihren Zelleib einschließen und darin auflösen. Eine große Anzahl von Eiterkörperchen fällt natürlich auch in diesem Kampfe; sie unterliegen der Wirkung der Bakteriengifte, sterben ab und werden durch die Bakterienfermente aufgelöst, die so entstandenen Albumosen dienen wieder den Bakterien zur Nahrung.

Die Flüssigkeit, welche einen solchen Hohlraum erfüllt, samt allem, was sich darin befindet, nennt man Eiter. Der Eiter besteht demnach im wesentlichen aus Bakterien, den Eiterkörperchen, und einer Flüssigkeit, dem Eiterserum. In diesem Serum sind aufgelöst die durch Zerstörung des Gewebes und der Eiterkörperchen entstandenen Albumosen, die Ausscheidungsprodukte der Bakterien, darunter auch die Bakteriengifte und die Bakterienfermente.

Nimmt eine solche Eiterpustel einigermaßen größere Dimensionen an, so tritt, abgesehen von den Krankheitserscheinungen an der Eiterpustel und deren nächsten Umgebung, noch eine Erkrankung des ganzen Körpers ein, welche subjektiv in Abgeschlagenheit, mitunter auch

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

in Kopfschmerzen sich äußert und als markantestes objektives Symptom das Fieber in den Vordergrund stellt. Wir sehen auch bei vielen anderen Infektionskrankheiten, daß die Ansiedlung der Bakterien nur an einer einzelnen Stelle oder in einem einzelnen Organ des Körpers erfolgt und in der Regel auch auf diese beschränkt bleibt, wie bei der Diphtherie im Rachen, beim Typhus im Darm, daß aber trotzdem der ganze Körper erkrankt, oft so heftig, daß die Beschwerden der örtlichen Bakterienansiedlung in den Hintergrund treten.

Diese Allgemeinerkrankung erklärt sich leicht, wenn man weiß, daß die Gewebsflüssigkeiten des Körpers miteinander im Zusammenhang stehen, daß gelöste Stoffe leicht von einer Stelle des Körpers an eine andere gelangen können und daß sie sich auf diesen Wegen über den ganzen Körper verbreiten. So gelangen sowohl die Albumosen, als auch die Bakterienfermente und die Bakteriengifte aus der Eiterpustel in den ganzen übrigen Körper. Auch die Albumosen und die Bakterienfermente sind für den Körper Gifte. Da sie zusammen mit den eigentlichen Bakteriengiften bei der Verbreitung über den ganzen Körper stark verdünnt werden, so können sie dort zwar nicht das Gewebe abtöten wie in der Eiterpustel, in welcher sie in konzentriertem Zustande enthalten sind, aber sie werden Schädigungen geringeren Grades hervorrufen, welche sich in ihrer Gesamtheit als Fieber äußern.

Den eigentlichen Bakteriengiften kommt wohl der Hauptanteil an der krankmachenden Wirkung zu, man

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

hat sie, soweit sie nicht von verhältnismäßig einfacher Zusammensetzung sind, wie etwa Alkohol und Indol, mit einem eigenen Namen belegt und Toxine genannt. Man könnte es fast als ein Kriterium der Toxine hinstellen, daß ihre chemische Zusammensetzung nicht bekannt ist; denn in der Tat wissen wir in chemischer Beziehung über die Toxine eigentlich noch so gut wie gar nichts. Man hat sich zu Zeiten die abenteuerlichsten Vorstellungen über diese Toxine gebildet.

Halten wir aber an der Vorstellung fest, daß die Toxine nichts anderes sind als Endprodukte des Stoffwechsels der Bakterien, und zwar Produkte eines sozusagen unordentlichen Abbaus der Nährstoffe, so werden wir nicht nur viele bereits konstatierte Tatsachen erklärlich finden, wir werden vielmehr vor allem nicht an der Möglichkeit ihrer chemischen Erforschung verzweifeln.

Wir können diese Toxine auch ohne Erkrankung eines Menschen oder Tieres gewinnen, indem wir die Toxine auch auf künstlichen Nährböden erzeugen können. Allerdings bildet nicht jedes Bakterium auf jedem Nährboden Toxine. Der Nährboden muß eben jene Nährstoffe enthalten, durch deren Abbau die Toxine entstehen.

Manche Toxine scheinen eiweißähnliche Stoffe zu sein, man hat sie als Toxalbumine bezeichnet, andere wieder sind sicher keine Toxalbumine. Im allgemeinen wird man sich die Toxine, auch die Toxalbumine als nicht gar zu kompliziert zusammengesetzte Stoffe vorzu-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

stellen haben. Viele von ihnen vertragen die Kochhitze ohne die geringste Schädigung.

Ungezwungen würde sich hier die Lehre von den Antitoxinen anschließen, das sind jene Gegengifte, welche der Körper des erkrankten Menschen oder Tieres bildet. Das Studium dieser Gegengifte, durch die berühmten Arbeiten Behrings inauguriert, bewegt sich noch wenig auf chemischem Gebiete, daher will ich diese Lehre dem Bakteriologen überlassen.

Wenn auch der Mensch in den einzelligen Lebewesen als Krankheitserregern vielleicht seine gefährlichsten Feinde erblicken muß, so hat er es andererseits verstanden, sich die von einzelligen Lebewesen durchgeführten chemischen Prozesse zunutze zu machen.

Die durch Hefe-, aber auch durch Schimmelpilze bewirkte Umwandlung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure liefert uns den Wein, das Bier und den Branntwein, ebenso wie die großen Mengen von Spiritus, welche die Industrie braucht. Derselbe chemische Prozeß macht vor dem Backen des Brotes und anderer Mehlspeisen den Teig locker. Der Milchsäurebazillus macht uns die saure Milch, er konserviert uns aber auch gewisse Nahrungsmittel; denn die sogenannten Salzgurken, das Sauerkraut und die sauren Rüben sind Produkte der Milchsäuregärung. Das Essigbakterium bildet uns den Speiseessig und verschiedene andere niederste Lebewesen bewirken das Reifen und Schmackhaftwerden des Käses.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die einzelligen Lebewesen helfen uns also in der Industrie und bei der Zubereitung unserer Speisen, sie sind so in gewisser Beziehung unsere Haustiere geworden. Der Mensch hegt aber auch diese kleinsten Wesen, er trachtet sie in möglichst reiner Rasse zu züchten und durch Züchtung möglichst wertvolle Eigenschaften zu erzielen.

Ich will noch ein wenig auf rein bakteriologisches Gebiet abschweifen und nur kurz erwähnen, daß uns gewisse einzellige Lebewesen, sogar im Kampfe gegen die Krankheitserreger helfen. Manche für den Menschen unschädliche einzellige Lebewesen, dahin gehört gerade der Milchsäurebazillus, haben infolge ihrer Genügsamkeit und ihres besonderen Vermehrungsvermögens eine solche Lebenszähigkeit, daß sie den Krankheitserregern die Nährstoffe einfach vor der Nase wegfressen. Die Krankheitserreger müssen darum zugrunde gehen, sie werden von den unschädlichen Lebewesen überwuchert. Darauf beruht ja eben die konservierende Wirkung der Milchsäuregärung auf Nahrungsmittel. Darauf beruht weiters die bakterielle oder biologische Abwässerreinigung und manche andere hygienisch wichtigen Prozesse.

Schließlich sei noch mit einigen Worten die hygienische Bedeutung eines an sich recht ekelhaften und gesundheitswidrig erscheinenden chemischen Prozesses gewürdigt, nämlich der Fäulnis, welche ebenfalls durch Bakterien bewirkt wird. Was wäre die Erde ohne Fäulnis und wohin sollten die vielen Tier- und Pflanzenleichen kommen, wenn sie nicht der Fäulnis unterliegen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

würden? Da übernehmen denn die Bakterien das hygienische Amt des Totengräbers, aber eines Totengräbers mit höheren Zwecken, indem sie die Leichen zu einfach zusammengesetzten Stoffen verbrennen, welche den Pflanzen und durch diese wieder den Tieren zur Nahrung dienen.

Das große Publikum ist durch laienhafte Auslegung der wissenschaftlichen Errungenschaften der letzten Jahrzehnte vielfach in eine unsinnige Furcht vor den Bakterien geraten, in welcher es am liebsten allen niedersten Lebewesen den Tod geschworen hätte. Der Wissenschaft erwächst daraus die Aufgabe, eindringlichst auch auf den großen Nutzen hinzuweisen, den uns die einzelligen Organismen gewähren. Sie sind uns geradezu zu einem Lebensbedürfnis geworden; denn würden alle einzelligen Lebewesen vernichtet werden, dann könnten wir auch bald nicht mehr weiterleben. In der Wissenschaft aber erwarten wir von diesen einzelligen Lebewesen wertvolle Beiträge zur Erkenntnis des Lebensproblems.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: 52

Autor(en)/Author(s): Panzer Theodor

Artikel/Article: Chemisches über die niedersten Organismen. 1-25