

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band.

15. Juli 1894.

Nr. 14.

Inhalt: **Kochs**, Gibt es ein Zelleben ohne Mikroorganismen? — **v. Erlanger**, Bemerkungen zur Embryologie der Gasteropoden, II. — **Imhof**, Die Rotatorien der großen Seen in Michigan, Nord-Amerika. — **Luciani**, De l'influence qu'exercent les mutilations cérébelleuses sur l'excitabilité de l'écorce cérébrale et sur les réflexes spinaux. — **Haacke**, R. v. Lendenfeld's Kritik der Gemmarienlehre. — **Haacke**, Die Vererbung erworbener Eigenschaften.

Gibt es ein Zelleben ohne Mikroorganismen?

Von Prof. Dr. **W. Kochs**.

Seitdem durch Schwann und Schleiden dargethan wurde, dass alles Lebendige aus Zellen bestehe, und die einfachsten Lebewesen aus einer Zelle, welche mit allen Eigentümlichkeiten der lebendigen Substanz ausgestattet ist, gilt die Zelle mit ihren im Tier- und Pflanzenreiche fast gleichen morphologischen Bestandteilen als Lebenseinheit. In den letzten Decennien ist durch Brefelt und Koch gezeigt worden, dass neben dieser aus Zellen bestehenden Welt und mit ihr innig verbunden, oft zum Nutzen, oft zum Schaden, eine Welt von Mikroorganismen existiert, die, wenigstens für unsere jetzigen Untersuchungsmethoden, morphologisch und physiologisch anders geartet ist als die Zellenstaaten der anderen Wesen des Tier- und Pflanzenreiches.

Bei der Innigkeit der Beziehungen, welche zwischen beiden großen Klassen von Lebewesen besteht, (denken wir nur an die allgemein verbreiteten Fäulnis- und Gärungsvorgänge), drängt sich die Frage auf, ob wohl die Zelle die Lebenseinheit ist? Ist das Protoplasma für sich allein durch die in ihm liegenden Kräfte lebensfähig, oder nur durch eine Art Symbiose mit Mikroorganismen? Finden sich etwa stets in seinem Inneren kleine Theilchen, welche zu seinem Leben erforderlich sind und die isoliert unter geeigneten Bedingungen sich weiter entwickeln und vermehren können, besonders aber nach dem Tode des Protoplasmas fäulniserregend beziehungsweise zerstörend im chemischen

Sinne wirken? Wenn wir uns die vielfachen Leistungen des Inhaltes der einzelnen Zelle eines einzelligen Organismus vorstellen, bedeutet die Einfachheit der Struktur physiologisch eine größere Kompliziertheit. Ohne weitgehende chemische Differenzierung im Protoplasma des einzelligen Wesens können wir Verdauung, Assimilation, Exkretion und Fortpflanzung uns nicht erklären. Bei den vielzelligen Organismen hat mit der morphologischen Differenzierung der einzelnen Zellgruppen eine Arbeitsteilung stattgefunden. Die charakteristischen Zellen der einzelnen Gewebe haben eine verschiedene chemische Struktur, welche der speziellen Art chemischer Thätigkeit entspricht. Im einzelligen Organismus müssen im Protoplasma diese chemisch verschiedenen Teile nebeneinander vorhanden sein. In physiologisch-chemischer Hinsicht kann demnach die Zelle keine Struktureinheit darstellen. Herbert Spencer nimmt daher besondere physiologische Einheiten in den Zellen an, Wiesner bezeichnet dieselben als Plasomen.

Der strikte Beweis, dass relativ einfache Zellen, wie die der Pflanzen, ganz allein aus anorganischen Substanzen den Pflanzenkörper dauernd aufbauen können, ist noch nicht erbracht. Im Gegenteil scheint aus manchen Beobachtungen hervorzugehen, dass gerade die Wurzelzellen nicht ohne Beihilfe niederer Pilze und Bakterien ihre physiologische Thätigkeit enthalten könnten. Demnach erscheint die Frage berechtigt, ob die Pflanzenwelt auf die Welt der Mikroorganismen direkt angewiesen ist, so dass sie ohne diese Wesen überhaupt nicht weiter gedeihen kann?

Fest steht, dass ein Verschwinden der Pflanzenwelt unmittelbar von einem Verschwinden der Tierwelt und des Menschen müsste gefolgt sein. Nur wenn die Chemie im Stande wäre, Eiweiß und Kohlehydrat synthetisch darzustellen, könnte man ein Weiterleben der Tiere wenigstens theoretisch für möglich halten. Kohlensäure kann nur von chlorophyllhaltigen Pflanzenteilen reduziert werden, chlorophyllhaltige Pflanzen allein können aus anorganischen Stoffen so hoch zusammengesetzte Körper bilden, dass der Tierkörper sich damit ernähren kann.

Zahllose Mikroben können sich aber in anorganischen, gekochten Nährlösungen aus wenigen Keimen zum Teil sogar ohne Licht bei bestimmten Wärmegraden entwickeln und große Mengen organischer Eiweißkörper liefern. Cohn'sche Normalnährlösung für Bakterien besteht aus Wasser 1000 g, saures phosphorsaures Kali 5,0 g, schwefelsaure Magnesia 5,0 g, neutrales weinsaures Ammoniak 10,0 g, Chlorkalium 0,5 g. Wenn man diese nicht durch Kochen sorgfältigst sterilisiert, verwandelt sich dieselbe bei mittlerer Temperatur in einen Bakterienbrei. Die Welt der Mikroorganismen kann sich sicher, sobald mal die Keime da sind, in anorganischen Substanzen entwickeln und dauernd für sich behelfen. Ueber 1 Jahr machte ich

Versuche mit gekochter Cohn'scher Lösung, welche sich unter Watterverschluss bakterienfrei erhielt, aber schon durch kurze Berührung mit der ungereinigten Luft infiziert wurde und dann große Mengen Bakterien lieferte. In gekochtem Wasser züchtete ich mit diesen Bakterien zahlreiche Daphnien und Cypris, die ihrerseits Fischfutter waren. Auf diesem Wege kam Eiweiß ohne Pflanzen erzeugt werden.

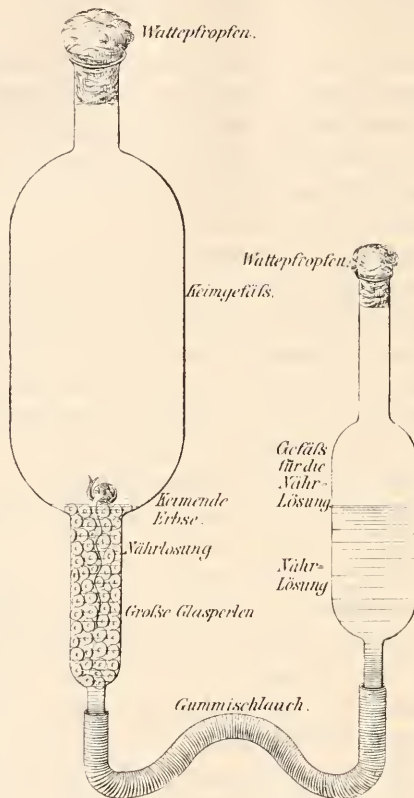
Um nun festzustellen, ob die Pflanzenzelle ohne Hilfe der Mikroorganismen gedeihen kann, habe ich mich bemüht zunächst durch Versuche für folgende Fragen eine sichere Antwort zu finden.

- 1) Gibt es überhaupt lebende Pflanzen oder Pflanzenteile, welche in ihrem Innern keine Mikroorganismen enthalten?
- 2) Ist eine Sterilisierung der Oberfläche von Pflanzenteilen speziell Samen möglich, ohne das Leben beziehungsweise die Keimkraft zu vernichten?
- 3) Wenn eine Pflanze in sterilen Gefäßen aus auf der Oberfläche sterilisierten Samen gezogen ist, kann dieselbe ohne Beteiligung von Mikroben normal bis zur Fruchtreife wachsen?
- 4) Wenn eine, ohne Mikroben aufgewachsene Pflanze abstirbt, was wird aus ihr ohne Zutritt von Mikroben?

ad 1. Vorab möchte ich bemerken, dass die endgiltige Entscheidung, ob irgendwo Mikroben oder deren Keime vorhanden sind, überaus schwierig ist, und die Fortschritte der Bakteriologie mahnen zu immer größerer Vorsicht. Das Aufsuchen der kleinen, vielleicht oft nur in geringer Zahl vorhandenen Mikroben, oder gar deren Sporen, mittels des Mikroskopes, kann höchstens dazu führen, dass man sagen kann, ich habe keine Mikroben gefunden. Aussäen des verdächtigen Materiales lege artis auf geeignete Nährböden und Kultivierung unter verschiedenen Bedingungen, um die Sporen zum Auskeimen oder einzelne Individuen zur Vermehrung zu bringen, beweist bei Gelingen, dass das Material infiziert war, im anderen Falle kann man höchstens sicher behaupten, dass nichts gewachsen ist. Damit ist aber nicht erwiesen, dass nicht ein Nährboden hätte bereitet werden können, auf welchem unter richtigen Bedingungen doch etwas gewachsen wäre.

Nach unseren jetzigen Kenntnissen können die überall befindlichen Keime der Mikroben nur durch heftig wirkende chemische Agentien oder hohe Hitze sicher getötet werden. Eine Sterilisierung von lebenden Pflanzenteilen durch Abwaschen mit wirksamen antiseptischen Lösungen ist ebenso wie Anwendung genügender Hitze ausgeschlossen. Viele Pflanzensamen haben aber durchaus geschlossene, feste, schwer durchdringbare Hüllen. In der Hoffnung nun, dass das Innere solcher

Samen keine Mikroben oder deren Keime enthielte, habe ich versucht ihre Außenfläche durch chemische Mittel von anhaftenden Keimen zu befreien. Nach vielfachen Versuchen ist dieses gelungen und habe ich dann die sterilisierten Samen in ebenfalls keimfrei gemachten Gefäßen und Nährlösungen keimen und wachsen lassen.



Versuche die Oberfläche von Samen keimfrei zu machen. Die Samen der Kresse, des Sommerrettigs, der Erbsen und verschiedener Bohnenarten können, wie ich mich durch zahlreiche Proben überzeugt habe, wenn sie lufttrocken sind, unbeschadet ihrer Keimfähigkeit und des späteren Wachstums 1 Minute in Sublimatlösung 1:1000 Wasser liegen. Zweifellos werden sich noch viele Samen mit gleicher oder noch größerer Widerstandsfähigkeit finden lassen. Für meine Zwecke genügten Versuche mit diesen wenigen Arten. Infolge der den Samenoberflächen anhaftenden Luft ist jedoch eine wirkliche Benetzung durch die Sublimatlösung in 1 Minute vielfach zweifelhaft. Ob in den oberflächlichen Schichten der Samenhüllen befindliche Keime durch die wässrige Sublimatlösung getötet werden, ist daher noch unsicherer. Die Versuche zeigten denn auch, dass bei so sterilisierten

Samen oft doch noch nach der Keimung in sterilen Gefäßen speziell aus der Samenschale nach deren Abstoßung, oft erst nach einigen Wochen, Schimmelpilze geradezu herauswuchsen. In der Folge stellte ich deshalb durch halbstündiges Kochen und Abkühlung desselben ohne Bewegung luftfreies destilliertes Wasser her, in welches die Samen 10 Minuten eingelegt wurden. Die anhaftende und in den oberflächlichen Schichten befindliche Luft wird schnell von dem luftfreien Wasser absorbiert und die Samenoberfläche ist sicher ganz benetzt. Legt man nun so vorbereitete Samen in wässrige Sublimatlösung 1:1000, so findet ausnahmslos Sterilisation der Schale statt.

So behandelte Samen von Kresse, Bohnen, Erbsen, Sommerrettig gab ich dann unter Beobachtung aller Vorsichtsmaßregeln gegen Infektion in den nebenstehend abgebildeten, nach mehrfachen Abänderungen für meine Zwecke geeigneten Keimapparat. Im Verlaufe eines Jahres wurden solche Keimapparate in 24 Exemplare hergestellt und zum Teil mehrfach benutzt. Nach einigen Vorversuchen ergab es sich als zweckmäßig in jeden Apparat nur ein Samenkorn hineinzugeben und die Apparate so herzurichten, wie in der Zeichnung dargestellt ist. In einem von Rohrbeck in Berlin bezogenen neuesten Dampfsterilisationsapparat wurden die mit Wasser oder Nährlösung beschickten Apparate zunächst mehrere Stunden strömendem Wasserdampfe von 101° ausgesetzt. Um ganz sicher zu gehen wurde dieses Erhitzen mehrere Tage hintereinander bis zu 3 Stunden Dampf Wirkung fortgesetzt. Nach der letzten Erhitzung wurden die Apparate noch 1—2 Tage aufbewahrt, um die Wattepfropfen austrocknen zu lassen.

Nachdem dann, wie oben angegeben, die Samenkörner aufs sorgfältigste sterilisiert waren, ließ ich unter vorsichtiger Lüftung des Wattepfropfens des Keimgefäßes das Samenkorn auf die Glasperlen fallen. Durch Befestigen des zweiten Gefäßes mit der Nährlösung in geeigneter Höhe wurde das Samenkorn durch reichliche Flüssigkeit schnell zum Quellen und Keimen gebracht. Täglich wurde dann durch Heben und Senken ein, wenn auch mäßiger, so doch für die Versuchszwecke ausreichender Luftwechsel im Apparate erzielt.

Für die Beantwortung der oben gestellten Frage 2, ob eine Sterilisation der Oberfläche eines Samenkornes möglich ist, ohne die Keimfähigkeit zu vernichten, und ob das Innere der Pflanzensamen keimfrei ist, kann statt der Sachs'schen Nährlösung auch Wasser genommen werden. Mit Sachs'scher¹⁾ Nährlösung werden die Pflänzchen kräftiger und so groß, dass sie den ganzen Apparat ausfüllen und schließlich den Wattepfropfen heben.

1) Die Sachs'sche Nährlösung besteht aus: Wasser 1000 g, salpetersaures Kali 1,0 g, Chlornatrium 0,5 g, schwefelsaurer Kalk 0,5 g, schwefelsaure Magnesia 0,5 g, gewöhnlicher phosphorsaurer Kalk 0,5 g.

Julius Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, Leipzig 1882, S. 342.

Trotz aller Sorgfalt gelingt es nun nicht immer alle Keime so zu töten oder die Apparate so zu behüten, dass nach Monaten sich keinerlei Pilzbildung, besonders kein Schimmel zeigt. Unter 8 Versuchen, welche ich 16 Monate beobachtete, sind mir 5 so gelungen, dass nach 14 Monaten makroskopisch und mikroskopisch nichts von Mikroben oder Pilzen zu entdecken war. Die Pflänzchen 1) Sommerrettig, 2 Exemplare in einem Apparate, 2) 2 Erbsen, 3) 2 Bohnen je eine in einem Apparat waren normal entwickelt. Die Sommerrettigpflänzchen, nur in Wasser gezogen, starben nach 3 Monaten ab aus Nahrungsmangel. Die zarten Würzelchen sahen nach 16 Monaten im Wasser noch ganz weiß und unverändert, wie lebendig aus. Das Chlorophyll der Blättchen ist allmählich gelb geworden, die zarten, langen Stengel sind in den oberen Partien etwas eingetrocknet. Die Erbsen und Bohnen, welche in Apparaten mit Sachs'scher Lösung waren, füllten üppig die ganzen Apparate aus, weshalb ich nach 3 Monaten die Sachs'sche Lösung unter allen Vorsichtsmaßregeln durch sterilisiertes Wasser ersetzte. Das Absterben erfolgte dann so, dass die untersten Blätter schrumpften und oben neue Triebe sich aus diesem Material bildeten. Schließlich hörte dieses auf und nun erhielten sich die Pflanzen, nur durch das Licht gebleicht, in dem feuchten Raume äußerlich ganz unversehrt.

In den nicht gelungenen Versuchen zeigte sich entweder Schimmel auf den Samenschalen oder die Nährlösung trübte sich durch Mikroben. Die Wurzeln wurden dann bald braun. Eigentliche Fäulnis ist nie eingetreten, weil die dazu nötigen Bakterien nicht vorhanden waren, dagegen zeigte sich häufig eine Verrottung der Pflanzenteile.

Einen Apparat mit Sommerrettigpflänzchen, welcher 14 Monate anscheinend ganz mikrobefrei geblieben war, übergab ich dem unter Leitung von Prof. Finkler stehenden hygienischen Institute, welcher die Güte hatte durch Herrn Dozent Dr. Krause den Inhalt des Apparates bakteriologisch untersuchen zu lassen. Keinerlei Mikroorganismus konnte aufgefunden werden.

Durch die gelungenen Versuche ist also festgestellt, dass 1) das Innere normaler Pflanzensamen keimfrei sein kann und wohl in der Regel ist; 2) mit geeigneten Vorrichtungen aus solchen Samen Pflanzen ohne Mitwirkung von Mikroorganismen gezogen werden können. Es wird allerdings nicht ganz leicht sein, sterile Keimapparate herzustellen, in denen Pflanzen bis zur Fruchtreife gezogen werden können. Es mag sein, dass dieses nicht für alle Pflanzen möglich ist, an der prinzipiellen Möglichkeit für viele Arten, ohne Mikroorganismen zu gedeihen, ist wohl nicht mehr zu zweifeln.

Die Versuche ergaben ferner, dass eine ohne Mikroben gezogene Pflanze in feuchtem Zustande sehr dauerhaft ist. Fäulniskeime sind nicht vorhanden, die gewöhnlichen Zersetzungen toter, feuchter Pflanzen-

teile können demnach nicht stattfinden, das Licht bleicht die Farbstoffe und in langer Zeit werden auch wohl noch näher zu erforschende chemische Umsetzungen in den Zellen stattfinden, bis ein Gleichgewichtszustand erreicht ist.

Merkwürdig ist die Art des Absterbens bei Nahrungsmangel. Die zuerst gebildeten Blätter wurden bis auf die härteren Teile resorbiert, und aus diesem Material bildeten sich langsam an der Spitze neue Triebe und Blätter, bis die Pflanze ganz zu wachsen aufhörte.

Aus folgenden Versuchen und Beobachtungen geht hervor, dass auch normale Pflanzenteile zumeist im Inneren keimfrei sind.

Bekannt ist, dass man manche Früchte z. B. Äpfel, wenn die Oberfläche unversehrt ist und keine Quetschung des Inneren stattgefunden hat, sehr lange an geeignetem Orte aufbewahren kann. Sie trocknen etwas ein und im Inneren finden weitere Reifeerscheinungen statt, die an sich nichts mit zerstörender Zersetzung oder Fäulnis zu thun haben. Folgender Versuch zeigt, dass die Früchte wohl sehr lange aufbewahrbar sind, wenn man die Verdunstung unmöglich macht. Von einem Pflaumenbaum nahm ich einen mit zahlreichen fast reifen aber noch nicht genießbaren blauen Pflaumen besetzten Zweig und schnitt, ohne die Früchte zu berühren, indem ich den Stiel mit einer Pinzette anfasste, mehrere ab, tauchte sie 1 Minute in Sublimatlösung 1:1000, wodurch die Oberfläche infolge ihres Wachüberzuges kaum benetzt wurde, jedenfalls aber die Schnittfläche des Stielehens sterilisiert wurde und brachte sie dann ohne Berührung mit der Hand schnell je eine unter eine mit Quecksilber gefüllte Glocke. Es gelang dieses leicht durch Niederdrücken der Frucht im Quecksilber mit einem sterilisierten kleinen Glastrichter und Aufsteigenlassen unter der mit Quecksilber gefüllten und in Quecksilber stehenden Glocke, die aus einem größeren Reagensglase bestand. Nach 3 Monaten erwiesen sich diese Pflaumen als fast unverändert, sie waren auch nicht reifer geworden. Bei der relativ hohen Temperatur im August, September und Oktober waren keinerlei zersetzende Mikroorganismen in diesen Früchten zur Entwicklung gekommen und es ist deshalb wohl als sicher anzunehmen, dass dieselben im Inneren gänzlich keimfrei gewesen sind.

Für die Pflanzenzelle dürfte demnach die Unabhängigkeit von Mikroben erwiesen sein. Viel schwieriger ist die gleiche Frage für die tierische Zelle beziehungsweise den Tierkörper zu entscheiden.

Ob das Innere des tierischen Körpers Mikrobenfrei, ob Tiere ohne Mikroben verdauen können, ist trotz zahlreicher, diese Fragen behandelnden Arbeiten noch nicht ganz sicher entschieden. Obwohl die Untersuchungsmethoden zum Nachweise von Mikroorganismen bereits eine große Sicherheit verbürgen, ist die so

wichtige Frage, ob Bakterien im Blute lebender Tiere oder des Menschen normaler Weise vorkommen, nicht sicher entschieden.

Zahlreiche Forscher, welche sich bisher mit dieser Frage beschäftigt haben, sind zu entgegengesetzten Resultaten gelangt.

Van der Broek (Annalen der Chemie und Pharmakol., 1860) gibt an, dass arterielles Blut, wenn der Luftzutritt absolut ausgeschlossen ist, bei 25° bis 30° sich unverändert erhielt.

Pasteur (Compt. rend., Bd. 56, S. 138) fand in frischem und genommenen Blut keine lebendigen züchtbaren Organismen.

Burdon Sanderson (Thirteenth Report of the Med. off. of the Privy Council) kam zu gleichem Resultate.

Hensen und Lüders (Arch. f. mikrosk. Anat., 1867, S. 317, 342) fanden, dass mit größter Sorgfalt aus dem Herzen entnommenes Blut bei 40° nach 3 Tagen voll von Bakterien war.

Billroth (Untersuch. über die Vegetationsformen der cocobact. septica, S. 60) sagt: Für mich sind die angeführten Versuche beweisend, dass sich in den meisten Geweben des Körpers, vorwiegend wohl im Blute, entwicklungsfähige Bakterienkeime finden“.

E. Tiegel (Arch. für pathol. Anat., Bd. 60, S. 453) hat ebenso wie Billroth die zu untersuchenden frisch ausgeschnittenen Organe in Paraffin eingeschmolzen und stets Fäulnis eintreten sehen. Vielfache Wiederholungen dieser Versuche ergaben stets dasselbe Resultat. Billroth gibt später (Arch. f. klin. Chirurgie, Bd. 20, S. 342) an, dass aus der a. carotis vom Hunde mit allen Kautelen entnommenes Blut konstant in Fäulnis überging.

Rosenberger (Centralbl., 1882, Nr. 4) fand nach Injektion gekochter septischer Substanz ins Blut lebender Tiere bald Bakterien in demselben.

Rossbach (Centralbl., 1882, Nr. 5) konnte durch mikroskopische Untersuchung im Blute gesunder Tiere keine Bakterien auffinden, sobald er aber Papayotin ins Blut brachte, fanden sich bald zahlreiche lebendige bewegliche Bakterien.

P. Zweifel (Zeitschrift f. physiol. Chemie, 1882, Bd. 6, S. 386) gibt an, dass unter Quecksilber aufgefangenes Blut, wenn es frisch und sauerstoffhaltig gewesen war, unzersetzt blieb, Blut hingegen, welchem der Sauerstoff entzogen war, faulte stets ohne Berührung mit der Luft, was Zweifel aus der Wirkung von Organismen erklärt, welche zwar im Blute immer vorhanden sind, aber durch den Sauerstoff an der Fortpflanzung verhindert werden, hingegen sauerstoffreies Blut in „Drachengift“ verwandeln.

Zahn (Arch. f. path. Anat., 1884) glaubt, weil es ihm gelang, frisch aus dem Körper entnommenes Blut lange Zeit aufzubewahren, dass vermehrungsfähige Organismen im Blute nicht vorhanden sind.

Ob Bakterien im Blute lebender Tiere vorhanden sind, hat v. Fodor (Archiv f. Hygiene, Bd. 4, S. 129) durch besondere Versuche zu einer endgiltigen Lösung zu bringen gesucht.

Zunächst stellte er fest, dass bei gesunden Kaninchen, wenn Blut während des Lebens unter hinreichenden Vorsichtsmaßregeln entnommen wird, in gut bereiteter und zum Züchten höchst geeigneter Pepton-gelatine bei 20° bis 37° züchtbare Bakterien nicht enthalten sind. Dann hat er verschiedene nicht pathogene Bakterienarten *Bact. termo*, *Bacill. subtilis* und *Bac. megaterium* lebenden Kaninchen in die Vena jugularis injiziert. Vor und in verschiedenen Zeiträumen nach der Injektion wurden den Tieren Blutproben entnommen und auf ihren Bakteriengehalt geprüft. Ein Teil der Tiere wurde normal gefüttert und gehalten, ein anderer hungern und frieren gelassen.

Es ergab sich, dass bei gesunden Tieren sehr schnell selbst große Mengen Bakterien aus dem Blute verschwanden, während bei den kränkelnden Tieren dieses etwas länger dauerte.

Sowie nun das Blut zweifellos befähigt ist große Massen nicht pathogener Bakterien zu vernichten, ist es oft auch im Stande mit schließlichem Erfolge pathogene Bakterien ganz zu vernichten. Bewiesen wird dieses für das Verständnis der Heilung der Infektionskrankheiten wichtige Moment dadurch, dass minimale Mengen Impfstoff, welche aber den spezifischen Organismus enthalten, nicht infizieren und die typische Erkrankung herbeiführen. Selbst Milzbrand ist beim Menschen heilbar durch die zerstörende Kraft des Blutes und der Körpersäfte.

Wenn ein Mikroorganismus im Blute eines Tieres oder des Menschen wächst und sich lebhaft vermehrt, ist er, beziehungsweise wird er pathogen, weil durch das massenhafte Auftreten, abgesehen von seinen Stoffwechselprodukten schwere Störungen im Organismus des infizierten Tieres entstehen müssen.

Ferner liegt eine Arbeit von Trombetta vor (Centralbl. f. Bakteriologie, Bd. IV, S. 664), wonach es eine Grenze gibt, unter welcher das Blut und die Organe ganz gesunder gewaltsam getöteter Tiere frei von Fäulnisbakterien bleiben. Für Mäuse wurde z. B. bei Zimmer-Temperatur bis zu 19 Std. Bakterienfreiheit des Blutes gefunden, im Eisschrank selbst noch nach 22 Std., während bei Bruttemperatur bereits nach 5 St. die Infektion stattgefunden hatte. Stets findet die Infektion von den Eingeweiden aus statt.

So weit sich bis jetzt die Resultate übersehen lassen, scheint fest-zustehen, dass es öfters gelingt, von lebenden oder auch eben gestorbenen Tieren Blutproben zu entnehmen, welche nicht faulen. Es ist ja auch denkbar, dass bei der großen Zerstörungskraft, welche das Blut und die Gewebe lebender Tiere für Mikroorganismen besitzen, oft

ein Moment eintreten kann, wo die Säfte und Gewebe des Tieres mikrobenfrei sind. Dieses ist dann ein glücklicher Zufall.

Ob tierische Gebilde dauernd keimfrei sein können, und speziell die Verdauung ohne Beihilfe von Mikroben ganz möglich ist, lässt sich wohl nur in analoger Weise, wie ich es mit Pflanzensamen ausführte, mit geeigneten Tiereiern, die man nach Sterilisierung ihrer Oberfläche keimfrei zur Entwicklung bringt, feststellen. Die Schalen mancher Eier, z. B. der *Ascaris megalcephala*, der *Daphnia*-, *Cyclops*-, *Cypris*-Arten lassen sich ohne Beeinträchtigung der Entwicklungsfähigkeit mit starken Sublimatlösungen und absolutem Alkohol waschen. Nach M. Nussbaum entwickeln sich die Eier der *Ascaris megalcephala* in Reagentien, die sonst alles Lebendige abtöten (M. Nussbaum, Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Ueber Lebenserscheinungen bei Infusorien). Selbst völliges Eintrocknen hindert nicht die Ausbildung des Embryo. Crustaccencier entwickeln sich im Magen von Polypen weiter, während die Muttertiere verdaut werden. Die Schale solcher Eier wird man daher jedenfalls keimfrei machen können.

Der Versuch aus so sterilisierten Eiern in keimfreien Flüssigkeiten mit keimfreier Nahrung Tiere zu ziehen, welche aus sich nach dem Tode nicht faulen können, ist, wenn auch mit großen Schwierigkeiten, immerhin möglich und mit Rücksicht auf die prinzipielle Frage hoffe ich auf sein schließliches Gelingen.

Bei den Versuchen, Pflanzensamen mit wässrigen Sublimatlösungen zu sterilisieren, waren, wie oben erwähnt, so viele Misserfolge, dass ich in letzter Zeit infolge einer Angabe bei de Bary, wonach Kresse-samen 8 Tage in absolutem Alkohol verweilen können, ohne ihre Keimfähigkeit einzubüßen, verschiedene Samen bis 4 Wochen in 99,5proz. Alkohol bei Stubentemperatur aufbewahrt habe.

Nach den heutigen Ergebnissen der Bakteriologie sind durch 4 Wochen absoluten Alkohol sicher alle Mikroorganismen und deren Keime getötet. Völlig lufttrockene Samen von Erbsen, Sommerrettig und Kresse, welche mir von Prof. Körnicke in freundlichster Weise in zahlreichen Abarten zur Verfügung gestellt waren, ertrugen ohne Beeinträchtigung der Keimfähigkeit in großer Zahl, Erbsen sämtlich, ein vierwöchentliches Verweilen in absolutem Alkohol. Neue Keimversuche mit so behandelten Körnern gaben bedeutend bessere Resultate als die mit wässriger Sublimatlösung behandelten.

Durch absichtliches Verletzen der Samenhüllen stellte sich heraus, dass die Erhaltung der Keimfähigkeit des Samens im Alkohol auf dem nicht Eindringen beruht. Es ist wohl eine für die Sterilisierung mit antiseptischen Flüssigkeiten wichtige Thatsache, dass es vegetabilische Häute gibt, welche Alkohol geradezu nicht durchlassen.

Zahlreiche Versuche, welche ich anstellte, um lebenden Tieren abgeschnittene Teile ohne Fäulnis zu erhalten, haben kein ganz sicheres Resultat ergeben. Tritonen schmitt ich mit sterilisierter Scheere lebend den Schwanz ab, nachdem derselbe $\frac{1}{4}$ Minute in Sublimat 1:2000 Wasser getaucht war. Solche Schwanzstücke habe ich in Paraffinum liquidum und unter Quecksilber aufbewahrt, aber stets erhebliche Zersetzungen beobachtet. Zunächst dürfte deshalb die von v. Fodor'sche Ansicht, dass tierische Organismen gelegentlich ganz keimfrei sein können, zu Recht bestehen.

Jedenfalls dürfte als bewiesen gelten, dass das Zellleben ohne Mikroorganismen bestehen kann.

In letzter Zeit ist auch von H. Moeller¹⁾ das biologische Verhältnis zwischen dem Knöllchenpilz der Leguminosen nicht als Symbiose, sondern als Parasitismus aufgefasst worden. Während an den Wurzeln von *Lupinus luteus* die Knöllchen sich in den verschiedensten Bodenarten entwickeln, fehlen sie bei den in Torf- oder Heideerde gezüchteten Pflanzen. Die Knöllchen entstehen durch Einwanderung von Bakterien aus dem Boden; in Torf- und Heideerde sind diese Bakterien nicht vorhanden.

Die oben beschriebenen Versuche sind in dem von mir während 4 Semestern geleiteten tierphysiologischen Laboratorium der landwirtschaftlichen Akademie in Poppelsdorf unter einigermaßen schwierigen Verhältnissen gemacht. Bis auf die Versuche mit sterilisierten Tieriern halte ich die Ergebnisse für feststehend, nur bedaure ich, dass es mir nicht möglich war, mangels der notwendigen Vorrichtungen, in großen sterilisierten Keimapparaten Pflanzen bis zur Fruchtreife ohne Mikroben zu entwickeln.

Bemerkungen zur Embryologie der Gasteropoden, II.

Vorläufige Mitteilung von **R. v. Erlanger**,

Privatdozent der Zoologie.

(Aus dem zoologischen Institut zu Heidelberg.)

Seit mehreren Jahren mit der Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Mollusken beschäftigt, verfüge ich über eine Anzahl Beobachtungen, welche an Süßwasserpulmonaten und speziell an *Planorbis* und *Lymnaeus* angestellt wurden.

Da ich nun augenblicklich mit Arbeiten auf einem ganz anderen Gebiet beschäftigt bin, will ich nur ein Organ, welches ich genauer bearbeitet habe, jetzt näher beschreiben, um später die anderen, welche

1) H. Moeller, Bemerkungen zu Frank, Mitteilung über den Dimorphismus der Wurzelknöllchen der Erbse. Berichte der deutschen botan. Gesellschaft, Bd. X, 1892, Heft 5, S. 242.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Kochs W.

Artikel/Article: [Gibt es ein Zelleben ohne Mikroorganismen? 481-491](#)