

den Brennwert von Körnern, Stroh und Ernterückständen die Werte direkter Analysen eingesetzt werden könnten.

Es wäre ferner wichtig, Versuche zu machen, bei denen die Intensität der Sonnenstrahlung direkt gemessen und die Ausnutzung bestimmt wird, wenn nicht nur eine Blattfläche dem Strahlenbündel ausgesetzt ist, sondern wenn das Licht nacheinander zwei, drei, vier Blätter durchdringen kann. Solche Versuche würden voraussichtlich die hohen Ausnutzungswerte ergeben, die wir durch Vergleich der Ernteerträge mit der zugestrahlten Sonnenenergie erhielten.

Sollte auch in derartigen Versuchen die Ausnutzung hinter der für die Kulturpflanzen berechneten zurückbleiben, dann wäre es angezeigt, die Voraussetzung, auf der sich die hier mitgeteilten Rechnungen aufbauen, in Frage zu ziehen: die Voraussetzung, daß die grüne Pflanze unter den Bedingungen der Kultur im Felde keine merklichen Mengen vorgebildeter organischer Substanz aufnimmt und verwertet.

Findet — entgegen den herrschenden Anschauungen — eine solche Aufnahme statt, so erscheint in der Ernte organische Substanz, die nicht mit Hilfe der Sonnenenergie aufgebaut ist, die während der Vegetationszeit dem Felde zugestrahlt wird, und es müßte hierdurch eine höhere Ausnutzung der Strahlen vorgetäuscht werden, als wie sie tatsächlich besteht.

Vorläufig liegt zu dieser Annahme kein Grund vor.

Die Züchtung menschenpathogener Mikroorganismen nichtbakterieller Natur.

Von Dr. W. Frei, Göttingen.

Die Infektionskrankheiten des Menschen werden durch Mikroorganismen hervorgerufen, die teils pflanzlicher, teils tierischer Natur sind, teils sich nicht ohne weiteres in eines der beiden Systeme einordnen lassen.

Die Züchtung der pflanzlichen Krankheitserreger — hauptsächlich kommen die Bakterien in Betracht — im künstlichen Nährboden ist schon seit langem Allgemeingut der Medizin, die Züchtung der übrigen aber zum größten Teil eine Errungenschaft der letzten Jahre.

Zuerst gelang die Kultur einiger tierpathogener Mikroben. Im Jahre 1903 berichteten Neal und Novy über die auf einem Gemisch von defibriertem Kaninchenblut und Nähragar gelungene Züchtung des *Trypanosoma lewisi*, eines im Rattenblut schmarotzenden — allerdings kaum pathogenen — Flagellaten und bald darauf über die des *Trypanosoma brucei*, des Erregers afrikanischer Tierseuchen.

Auch menschenpathogene verwandte Protozoen, die *Leishmanien*, konnten später auf diesem Nährboden, den Nicolle durch Weglassen verschiedener Zusätze vereinfachte und zugleich verbesserte (so-

genannter N. N. N.-Agar), gezüchtet werden. Für einen Teil von ihnen erwies sich eine andere Methode, mit der auch die ersten Erfolge erzielt worden waren, als geeigneter: die Fortzüchtung im menschlichen, die Krankheitskeime beherbergenden Milzsaft außerhalb des Körpers.

Im Jahre 1912 glückte es dann Thomson und Sinton (*Ann. of Trop. Med. and Parasit.* Vol. VI, Nr. 3 B), die bisher nicht züchtbaren Erreger der menschlichen *Trypanosomiasis*, der *Schlafkrankheit*, auf einem modifizierten Novy-Neal-Nicolleschen Agar¹⁾ zur Vermehrung zu bringen. Dasselbe gelang ihnen in einem flüssigen, menschliches Eiweiß enthaltenden Nährboden, zu dem sie, neben geringen Mengen Menschenblutes, Flüssigkeiten verwandten, die durch Punktion von Brusthöhlenergüssen gewonnen waren.

Auch über die Kultivierung anderer menschenpathogener Protozoen, der *Malaria*parasiten, wird in letzter Zeit viel berichtet. Das Verfahren ist von amerikanischer Seite (*Bass, Journ. Am. Med. Ass.* 1911 u. 1912) angegeben worden und besteht in einer Züchtung der Mikroorganismen in dem durch Aderlaß gewonnenen Blute des Kranken selbst, das in den roten Blutkörperchen die Krankheitserreger enthält. Das Blut, das unter strengster Asepsis entnommen und unter möglichster Vermeidung von Luftbeimengung behandelt werden muß, wird mit Dextrose versetzt, defibriniert, von Leukocyten befreit und bei einer Temperatur von 40° C. aufbewahrt. Unter diesen Umständen soll die im menschlichen Körper stattfindende ungeschlechtliche Entwicklung der Parasiten auch im Reagenzglase erfolgen. Weiterhin soll es auch durch Übertragen von Blut aus dem ersten Kulturröhrchen in ein zweites, das malariafreies Menschenblut enthält, gelingen, Tochterkulturen anzulegen. Die Ansichten über die Ergebnisse der Bassschen Methode, die von verschiedenen Seiten, in Deutschland zuerst von Ziemann (*Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg.* 1913, Nr. 11), ausprobiert worden ist, sind geteilt. Allgemein wird zugegeben, daß im Reagenzglase eine Weiterentwicklung der Parasiten stattfindet. Während aber die meisten Untersucher meinen, daß es hierbei auch zur Bildung neuer Generationen komme, halten da Rocha-Lima und Werner (*Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg.* 1913, Nr. 16) dies durchaus nicht für erwiesen. Sie vertreten im Gegenteil die Auffassung, daß eine solche Neubildung von Generationen nur dadurch vorgetäuscht werde, daß einige der Parasiten in der Entwicklung stehen bleiben und dann später für neu entstandene Jugendformen gehalten werden. Aber selbst wenn auch die einmalige Neubildung von Parasiten nachgewiesen würde, dürfe man nach

¹⁾ Verwendung von Rattenblut, das zur Verhinderung der Gerinnung mit Natriumcitrat versetzt wurde, an Stelle des defibrinierten Kaninchenblutes; halbstündiges Erwärmen des Blut-Agar-Gemisches bei 45° C. zur Zerstörung gewisser parasitenfeindlicher Bestandteile des Blutes.

ihrer Meinung erst dann von einer gelungenen Züchtung reden, wenn diese neue Generation sich ebenfalls noch entwicklungsfähig zeigen würde.

Diese neuesten Ergebnisse der Protozoenzüchtung erfreuen sich also noch nicht der allgemeinen Anerkennung. Dagegen ist die Züchtung anderer vielfach — aber durchaus nicht allgemein — zu den Protozoen gerechneter Mikroorganismen, der menschenpathogenen *Spirochaeten*, erfolgreicher gewesen.

Die größten Bemühungen hat man der von *Schaudinn* im Jahre 1905 entdeckten *Spirochaeta pallida*, dem Erreger der Syphilis, zugewandt. Zuerst gelang es *Schereschewsky* in der Tiefe von halberstarrtem Pferdeserum aus syphilitischen Gewebestückchen die Erreger zu züchten; er konnte sie aber nicht von den vorhandenen Begleitbakterien befreien. Die erste Reinkultur erhielt *Mühlens* in Pferdeserum, das durch Agarzusatz in einen festen Nährboden verwandelt wurde, mit Hilfe des zur Reinzüchtung von Bakterien verwandten Verdünnungsverfahrens. Später hat man dann meist die Eigenschaft der Spirochaeten, schneller als die Begleitbakterien von der Impfstelle aus in den beimpften Nährboden hineinzuwachsen oder gewisse Hartfilter zu durchwachsen, benutzt, um zu Reinkulturen zu gelangen. Der sichere Beweis dafür, daß es sich bei diesen Kulturen tatsächlich um die *Spirochaeta pallida* handelte und nicht etwa um andere Spirochaeten, wie sie häufig neben der *Pallida* im Ausgangsmaterial enthalten waren, wurde dann noch dadurch erbracht, daß es nach vielen vergeblichen Versuchen gelang, zunächst mit Mischkulturen und dann auch mit Reinkulturen (*Noguchi*) bei Kaninchen die typischen syphilitischen Veränderungen zu erzeugen.

Von *Noguchi* wurden in den letzten Jahren auch die Erreger anderer menschlicher Spirochaetenkrankheiten gezüchtet: die der *Pallida* sehr nahe verwandte *Spirochaete der Framboesie*, einer in vielen Tropenländern verbreiteten syphilitischen Infektionskrankheit, und ferner die Erreger des Rückfallfiebers (*febris recurrens*), für die es bisher keine allgemein brauchbare Kultivierungsmethode gegeben hatte. (*Münchener Med. Wochenschrift* 1912, Nr. 36.) Als Nährboden für die letzteren diente ihm sterile Punktionsflüssigkeit von menschlichen Bauchhöhlenergüssen (*Ascites*). Die Spirochaeten vermehrten sich hierin bei Gegenwart von frischem tierischen Gewebe (Kaninchenniere), das durch sein Reduktionsvermögen die für das Spirochaetenwachstum nötige Sauerstoffarmut im Nährboden hervorruft. Neuerdings hat *Hata* (*Zentralbl. f. Bakt., Abt. I, Orig.* 1913, Bd. 72) das Kulturmedium durch Verwendung von normalem Pferdeblut erheblich vereinfacht. An Stelle des nur selten in geeigneter Qualität zur Verfügung stehenden *Ascites* gebraucht er verdünntes, halbgereinigtes Pferdeserum und an Stelle der Kaninchenniere,

zu deren Beschaffung immer gesunde Tiere getötet werden müssen, die beim Gerinnen des Pferdeblutes entstehende sogenannte Speckhaut.

Noguchi hat seinen für die Spirochaeten des Rückfallfiebers angegebenen Nährboden auch noch zur Züchtung anderer, bisher wenig erforschter menschenpathogener Mikroben verwandt, die zu den *filtrierbaren Infektionserregern* gehören. Man versteht hierunter keine einheitliche Gruppe von Mikroorganismen, sondern faßt mit dieser Bezeichnung alle — bekannten und unbekannten — Erreger von Infektionskrankheiten zusammen, die durch bestimmte, für Bakterien unter denselben Bedingungen undurchlässige Hartfilter mittels Über- oder Unterdruck hindurch befördert werden können. Hierzu gehören außer den Erregern der verschiedensten Tierkrankheiten die des Scharlachs, der Masern, der Pocken und viele andere mehr. Diese Mikroorganismen sind so klein, daß sie teilweise jenseits, teilweise nahe der Grenze mikroskopischer Sichtbarkeit liegen. Soweit sie mikroskopisch sichtbar sind, hat man sie *Strongyloplasma* und einen Teil von jenen *Chlamydozoen* genannt. Die Stellung dieser Körperchen im System liegt noch nicht fest, ja teilweise ist ihre parasitäre Natur nicht einmal allgemein anerkannt. Darum ist hier die Gewinnung einer Reinkultur und deren erfolgreiche Verimpfung auf Tiere von besonderer Bedeutung.

Beides ist bei einigen tierpathogenen Arten bereits vor mehreren Jahren geglückt (*Peripneumonie der Rinder*, *Hühnerdiphtherie*, *Hühnerpest*), bei menschenpathogenen bis vor kurzem aber noch nicht. *Leber* (*Zentralbl. f. Bakt., I. Abt., Orig.*, Bd. 67, H. 1/2) vermochte zwar derartige bei einer harmlosen Hauterkrankung, dem *Molluscum contagiosum*, vorkommende Körperchen zu züchten, konnte aber den Beweis für ihre pathogene Bedeutung durch Impfversuche nicht erbringen.

Dagegen ist es *Noguchi* gemeinsam mit *Flexner* gelungen, den Erreger der epidemischen Kinderlähmung (*Poliomyelitis acuta*) zu züchten und mit den Kulturen und Tochterkulturen (bis zur zwanzigsten) bei Affen die Krankheit zu erzeugen (*Berliner klin. Wochenschr.* 1913, Nr. 37). Als Ausgangsmaterial dienten ihnen Gewebeteile vom Zentralnervensystem an der Krankheit gestorbener Menschen und (experimentell infizierter) Affen. Die hierin befindlichen Erreger kamen in dem von *Noguchi* für die Rückfallfieber-Spirochaeten angegebenen Nährsubstrat unter anaeroben Bedingungen zur Entwicklung und ließen sich von da aus auch in festen Nährboden — dasselbe Substrat mit Agarzusatz — übertragen, in dem auch die Bildung von Einzelkolonien erfolgte. Die Kulturen bestanden aus runden, etwa 0,2 μ großen, d. h. nicht sehr weit von der Grenze der mikroskopischen Sichtbarkeit stehenden Körperchen, die auch im erkrankten Gewebe nachgewiesen werden konnten.

Auch über die Züchtung des gleichfalls zu dieser Gruppe von Mikroorganismen gehörenden Erregers der Tollwut hat *Noguchi* vor mehreren Monaten einige kurze Mitteilungen gemacht (*Berlin, klin. Wochenschrift* 1913, Nr. 42). Danach sollen ihm Kulturen und lange Reihen von Tochterkulturen in dem für die Poliomyelitis verwandten flüssigen Nährboden — und nur in diesem — gelungen sein. Makroskopisch war an ihnen kein Wachstum wahrzunehmen, bei mikroskopischer Betrachtung ihres Inhaltes konnte man aber verschiedenartige, zum Teil kaum sichtbare, zum Teil größere Körperchen erkennen. Viermal kamen in Kulturen, die vorher nur derartige Gebilde enthalten hatten, auch zahlreiche 1—12 μ große, kernhaltige Zellen zur Entwicklung. Diese waren ihrem Aussehen nach zum Teil absolut mit den von *Negri* im Zentralnervensystem wutkranker Tiere und Menschen nachgewiesenen Körperchen identisch, über deren Deutung die Meinungen bisher auseinandergegangen waren. Sowohl mit Kulturen der kleinen Körperchen wie mit solchen, die die großen Formen enthielten, gelang es *Noguchi*, bei Kaninchen, Meerschweinchen und Hunden typische Tollwut zu erzeugen.

Ungefähr zur selben Zeit wie *Noguchi* über die Züchtung des Poliomyelitiserregers hat *Fornet* über Kultivierungsversuche mit einem anderen filtrierbaren Virus, den Pocken, berichtet (*Berlin, klin. Wochenschr.* 1913, Nr. 40). Seine Versuche sind hauptsächlich mit Kälberlymphe, aber einmal auch mit dem Inhalt menschlicher Pockentuberkeln ausgeführt. Während *Noguchi* bei seinen Experimenten, soweit das Material nicht von vornherein bakterienfrei war, durch Filtration die Begleitbakterien entfernte, hat *Fornet* dieselben durch Äther abgetötet, den er, bevor noch eine Schädigung des Pockenvirus eintrat, leicht wieder aus der Flüssigkeit entfernen konnte (zugleich ein neues Verfahren zur Konservierung der Lympe). Derartig vorbereitete Lympe brachte er in Nährlösungen und übertrug nach einiger Zeit geringe Mengen von diesen auf neue Nährböden und so fort. Er konnte dann mit dem Nährsubstrat — zuletzt noch nach neun Passagen — bisweilen positive Impferfolge am Kalbe und vereinzelt auch am Menschen erzielen, obwohl in den Kulturen makroskopisch kaum Wachstum wahrzunehmen war. Daß diese Erfolge etwa nur auf Anwesenheit von Spuren des Ausgangsmaterials beruhten, glaubt *Fornet* ausschließen zu können; denn das Ausgangsmaterial war bei weitem nicht mehr in solchen Verdünnungen wirksam, wie die Lösungen darstellten (1:1000 Billionen und mehr). Demnach mußte eine Vermehrung des Virus stattgefunden haben.

Diese war auffallenderweise von der Zusammensetzung des Nährbodens weitgehend unabhängig; denn es machte nach den Angaben *Fornets* anscheinend keinen Unterschied, „ob die Fortzüchtung in Bouillon, Serumbouillon oder

Gelatine, ob sie unter aeroben oder anaeroben Bedingungen erfolgt war“. Auch in Pferdeserum und in Agar ist sie seinem Berichte nach gelungen.

Bei mikroskopischer Betrachtung der Kulturen hat *Fornet* gleichfalls kleinste runde Körperchen gefunden, wie sie auch bereits von *Paschen* und *v. Prowazek* in der Kinderlymphe und bei Pockenfällen entdeckt worden sind.

Man kann annehmen, daß auf Grund dieser Arbeiten das Studium der filtrierbaren Infektionserreger mit erneutem Eifer aufgenommen werden wird. Sehr wertvoll wäre es dafür, wenn die Anregung *Löfflers* auf dem diesjährigen internationalen medizinischen Kongreß zu London, besondere Institute für das Studium der filtrierbaren Virusarten zu errichten und auszustatten, auf fruchtbaren Boden fiel.

Die Red Beds.

Von Dr. Carl L. Henning, Denver, Colo., U. S. A.

Zu den eigenartigsten geologischen Bildungen des nordwestlichen und westlichen Nordamerika gehören ohne Zweifel die den Foothills der Rocky Mountains oder, genauer gesagt, des Cordillerensystems, auf eine Länge von mehreren Hundert Meilen vorgelagerten roten Sandsteine, denen die amerikanischen Geologen den passenden Namen „Red Beds“ oder „Red Rocks“ gegeben haben. Besonders schön entwickelt sind sie in dem viel besuchten „Göttergarten“ (Garden of the Gods) bei Manitou, dann weiter nördlich davon im Perry Park und Roxborough Park (nahe Platte Cañon), ferner zwischen Platte Cañon und dem Städtchen Morrison (16 Meilen südwestlich von Denver) sowie im Park of the Red Rocks bei Morrison und an vielen anderen, nördlich von den genannten Stellen liegenden Punkten bis nach Wyoming, auch dort wunderbare Szenerien schaffend, die alljährlich Tausende von Touristen und Naturfreunden in diese „Naturparke“ locken. Auch im Staate New Mexico treten die Red Beds an zahlreichen Stellen vor den Foothills auf. Am Westabhang der Rockies sind sie im Gebiet der großartigen San Juan Mountains und weiter nördlich an den Ufern des Grand- und Green River, die nach ihrer Vereinigung den Colorado River bilden, in einer Mächtigkeit von vielen Hundert Fuß aufgeschlossen und bilden eine weithin, sichtbare Landmarke, in ihren grellen Farben zugleich dem ohnehin wunderbaren Landschaftsbild noch einen besonderen Reiz verleihend. Sie verschwinden unter jüngeren Gebilden mit dem Beginn der Colorado- und Utah-Desert, um westlich von den Wasatch Mountains, in Montana, Idaho und Britisch Nordamerika wieder aufzutreten und erreichen dann in Alaska ihre nördlichste Grenze. In der Humboldt Range und im Großen Becken (Great Basin) sowie in der Plateauregion von Britisch Columbia kommen sie in mächtiger Entwicklung vor und sind auch in der Sierra Nevada und in der Küstencordillere nachgewiesen.

Es ist leicht begreiflich, daß eine über ein so großes geographisches Gebiet verbreitete Bildung, die außerdem durch ihre mächtige Entwicklung selbst auf den