

Der Speziesbegriff bei den Bakterien

Autor(en): **Düggeli, Max**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden
Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences
Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali**

Band (Jahr): **88 (1905)**

PDF erstellt am: **24.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-90134>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Der Speziesbegriff bei den Bakterien *)

von Dr. MAX DÜGGELI.

(Mit 5 Tafeln)

Unter Bakterien verstehen wir eine sehr große, morphologisch recht einfache und einförmige, biologisch aber außerordentlich differenzierte Gruppe niederster Organismen. Viel Zeit und Mühe wurde zur Beantwortung der Frage aufgewendet: Sind diese Mikroorganismen Pflanzen oder Tiere, eine Frage, die wir heute als müßige bezeichnen, indem die Bakterien einen Typus organischen Lebens darstellen, bei dem sich eine Differenzierung in Pflanze und Tier noch nicht vollzogen hat. Wir bewegen uns in der Bakteriologie auf einem Gebiete, in welchem die Kennzeichen der beiden Naturreiche noch nicht auseinander gehalten werden können.

Längere Zeit, nachdem für die höher organisierten Wesen die Nichtnachweisbarkeit der Urzeugung dargetan worden war, galten die Bakterien noch als klassische Beispiele für durch generatio-spontanea entstehende Or-

*) Vortrag, gehalten an der gemeinsamen Sektionssitzung der Zoologen und Botaniker über den Speziesbegriff am 12. September 1905 anlässlich der Jahresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft in Luzern. Die Ausführungen sind hier inhaltlich ungekürzt wiedergegeben, nur die Redeform wurde weggelassen. Bei der zur Verfügung stehenden Zeit war es nicht möglich, das umfangreiche Vortragsthema auch nur einigermaßen erschöpfend zu behandeln, und bitten wir deshalb um Nachsicht gegenüber der fragmentarischen Behandlung des Stoffes.

ganismen. Doch Pasteur zeigte auch für sie experimentell, daß Lebendes nur aus Lebendem hervorgeht.

Solange man an der Urzeugung der Bakterien festhielt, konnte nicht an eine Einteilung derselben in Gattungen und Arten gedacht werden, denn unsere Mikroben waren danach Zufallsprodukte mit all' den verschiedenen Eigenschaften, die der Zufall ihnen geben konnte. Der Annahme des weitgehendsten *Pleomorphismus*, wie er durch *Nägeli*, *Wiegand* und andere Forscher vertreten wurde, war Tür und Tor geöffnet. Als man dann noch die außerordentlich mannigfaltigen Wirkungen näher kennen lernte, die von den winzigen, morphologisch so gleichartigen Bakterien in der Natur hervorgebracht werden, da schien es manchem, als ob die Bakterien Wesen ganz besonderer Art seien. Sie erschienen erhaben über die Regeln und Gesetze, die für alle andern Organismen gelten. Den Bakterien gegenüber schien jede Ansicht, auch die absurdeste, erlaubt zu sein. In der extremsten Form wurde die Behauptung ausgesprochen, daß beispielsweise der Kokkus sich zum Stäbchen strecke, das nach Belieben Schraubengestalt annehmen und auf den Menschen toxisch wirken könne. Heute erscheint uns dieser Pleomorphismus vom reinsten Fahrwasser so unannehmbar, daß wir mit einem Forscher unserer Zeit in humoristischer Weise sagen können: „Wenn ich solche Äußerungen lese, krümme ich mich auch und werde giftig.“

Zwar schienen zahlreiche experimentelle Untersuchungen zu gunsten der Pleomorphisten zu sprechen. Allein mit der Auffindung des Plattenkulturverfahrens durch *Koch* wurden die Bakterien ihres Pleomorphismus entkleidet. Durch diese Kulturmethode, welche die absolute Reinkultur eines Mikroorganismus ermöglicht, wurden jene Untersuchungen so gründlich widerlegt, daß sie

heute in der Bakteriologie nur noch von historischem Interesse sind.

Doch auch hier berührten sich die Extreme, denn die *Cohnsche* Lehre von der absoluten Konstanz der Bakterienarten, wie sie eine Zeit lang von *Koch* und seinen Schülern in strengster Form vertreten wurde — wird heute in immer weiterem Umfange unhaltbar. Die heutige tiefergehende Forschung hat überraschend gezeigt, daß viele Eigenschaften einer wohlumgrenzten Art mehr oder weniger stark schwanken.

Zur Freude des Systematikers lassen sich in gewissen Gruppen des Pflanzenreiches die vorhandenen Individuen leicht in eine Anzahl scharf charakterisierter, durch keine Übergänge verbundene Arten scheiden, die sich ihrerseits zu natürlichen Gattungen und Familien gruppieren. Dabei bezeichnen wir nach *Lehmann* als Repräsentanten einer Art oder Spezies alle Individuen, die bei sorgsamer Untersuchung unter sich als gleich sich erweisen und ihre Eigenschaften konstant auf ihre Nachkommen vererben. Doch schon bei den Phanerogamen gibt es Gruppen, beispielsweise bei den Rosaceen, wo die Mannigfaltigkeit der Spezies eine so große ist, daß kaum zwei Systematiker in dem Bestreben, Übersicht in das Chaos zu bringen, zu genau der gleichen Einteilung kommen.

Schwerer noch als in irgend einer andern Gruppe des Pflanzenreiches scheint eine strenge Systematik bei den Bakterien aus folgenden Gründen, die wir in Anlehnung an K. *Lehmann* hier anführen:

1. Die Bakterien bieten durch ihre Kleinheit und ihren einfachen Bau sehr wenig morphologische, für die Systematik geeignete Merkmale dar.

2. Die Beschreibung der einzelnen, in der Literatur aufgeführten Bakterienarten ist vielfach eine absolut unge-

nügende gewesen, ja auch in neuerer Zeit wird in dieser Hinsicht vielfach gesündigt.

3. Es gibt eine große Anzahl gelegentlich beschriebener Bakterienarten, die nirgends mehr in Kultur zu haben sind, bei denen also jede Möglichkeit fehlt, sie mit einer als neu erscheinenden Art zu vergleichen. Zudem ist zu bemerken, daß die längere Zeit in Kultur gehaltenen Bakterienarten, welche stets nur auf künstlichen Nährböden weiter gezüchtet werden, leicht ihre charakteristischen Eigenschaften teilweise einbüßen und degenerieren.

4. Eine ganze Reihe von Autoren neuer Arten hat sich gar nicht die Mühe genommen, die Leistungen der Vorgänger zu berücksichtigen, was nach dem Gesagten leicht entschuldbar ist.

5. Die größte Schwierigkeit für eine korrekte Artdefinition bei den Bakterien liegt aber in der mehr oder weniger stark ausgeprägten Variabilität ihrer Eigenschaften.

Die morphologische Eintönigkeit der Kugel- und Stäbchenbakterien macht eine Charakteristik der Art nur nach der äußern Gestalt ganz unmöglich. Jedem Bakteriologen ist es ein leichtes, aus der Natur morphologisch vollständig übereinstimmende Bakterienarten zu isolieren, die sich bei der Kultur aber als biologisch weit auseinander stehend erweisen. Es gibt beispielsweise unter den Kurzstäbchen einen Universaltypus, Zylinder von 2—3 μ Länge und $\frac{3}{4}$ μ Breite, der physiologisch sehr verschiedenen arbeitende Organismen umfaßt. Man hat daher behufs charakteristischer Artdiagnose auch zu physiologischen Merkmalen gegriffen und benutzt neben der Form auch noch folgende Eigenschaften: Wachstum auf verschiedenen Nährsubstraten und Anforderungen an die Ernährung; spezifische Produkte wie: Farbstoff, Licht, Granulose und Schwefel; spezifische Leistungen wie: Fäulnis, Gärung,

Pathogenität; das Verhalten zum Sauerstoff etc. Die sog. biologischen Arten sind in der Bakteriologie unentbehrlich und es müssen unter Umständen experimentelle Pathologie, physiologische Chemie und Botanik zusammenwirken, um eine zuverlässige Artbeschreibung zu ermöglichen.

Beide Arten von Eigenschaften aber, morphologische sowohl wie physiologische, sind bei den Bakterien mehr oder weniger stark variabel, woraus die große Schwierigkeit einer richtigen Abgrenzung der Bakterienspezies resultiert. Es muß betont werden, daß die verschiedenen Bakterienarten in ihren Eigenschaften verschieden variabel sind und daß ein und dieselbe Eigenschaft bei den verschiedenen Arten verschieden stark variiert.

Die beigegebenen Tafeln I bis V geben eine Anzahl von Beobachtungen wieder über die Variabilität von morphologischen und physiologischen Eigenschaften einiger Bakterienarten, welche wir bei unsern Untersuchungen wahrzunehmen die Gelegenheit hatten.

Vorausschickend müssen wir bemerken, daß es sich bei den vorliegenden Tafeln nicht um die mikrophotographischen Reproduktionen von Dauerpräparaten handelt, sondern um die Wiedergabe von Photographien der im Formate 85 mal 120 cm ausgeführten Tafeln, welche wir anlässlich des Vortrages demonstrierten. Jene Original-Tafeln waren, soweit es sich um die Darstellung mikroskopischer Einzelwesen handelt (also exklusive der angegebenen Kulturröhrchen), im Maßstabe 1.000 000:1 ausgeführt nach Dauerpräparaten oder nach Skizzen, die bei den entsprechenden Beobachtungen sofort angefertigt worden waren. Das Versuchsmaterial, um das es sich bei vorliegender Publikation handelt, ist größtenteils, trotz häufigen Überimpfens auf entsprechende Nährböden, wieder eingegangen.

Die Tafeln I, II und III demonstrieren die Variabilität der morphologischen Eigenschaften bei einigen Bakterienarten, die je nach dem dargebotenen Nährmedium und der herrschenden Temperatur ihre äußere Form ändern. Auf Tafel I zeigen die beiden äußersten Figuren links den *Streptococcus agalactiae* Adametz, den Erreger einer infektiösen Euterkrankheit bei den Kühen, des

sog. *gelben Galt*es. Wenn etwas Galtmilch, die den Krankheits-
erreger noch lebend enthält, auf gewöhnliche Agarplatten bei 30°
verarbeitet wird, so erscheinen auf denselben nach 2—3 Tagen
gelbweiße punktförmige Kolonien, die den Schädling in Form
von kleinen Kugeln enthalten. (A der Tafel.) Diese Kokken
sind einzeln oder zu kurzen Ketten vereinigt und haben nur einen
Durchmesser von 1 μ . Eine Spur der Agarplattenkolonie in
Fleischwasserpepton-Bouillon übertragen, ruft dort bei 30° schon
nach 1—2 Tagen die Bildung von grauen Flöckchen in der klar
bleibenden Flüssigkeit hervor. Wird ein solches Flöckchen mi-
kroskopierte, so besteht es aus Kugeln von 1.2 μ Durchmesser, die
zu langen Ketten, oft bis zu 200 Einzelindividuen hintereinander,
angeordnet sind (B).

Die beiden mittleren Figuren links stellen das *Bacterium*
aerogenes L. et N. dar, welches in der Natur als gasbildende
Stäbchenart weit verbreitet ist, besonders in Milch und Milch-
produkten. Die obere Zeichnung vergegenwärtigt das Bild, das
Bact. aerogenes auf Agar-Strich bei 30° bietet. Die Stäbchen sind
kurz, gedrunken, öfters vollständig kugelförmig, von Kokken
aber dadurch unterscheidbar, daß im Präparat neben ausge-
sprochenen Kugeln auch deutlich ausgeprägte Kurzstäbchen vor-
kommen, obwohl es sich um die Reinkultur einer Art handelt.
Das untere Bild zeigt die deutliche Stäbchennatur dieses *Bact.*
aerogenes, wie sie auf Molkengelatine-Platten bei 20° beobachtet
werden kann. Auffallend ist, daß sich nie zwei getrennte Stäb-
chen berühren zufolge Verquellung der Zellmembran.

Die zwei mittleren Figuren rechts demonstrieren den *Bacillus*
Megatherium De Bary, ein in Erde häufig zu treffender Sporen-
bildner, der oft in pasteurisierter Milch unerwünschte Verände-
rungen mit hervorrufen hilft. Im Traubenzuckeragar-Stich wächst
dieser aerobe Bazillus in sehr gedrunkenen Formen (obere Figur),
deren Nachkommen auf Fleischpeptongelatine-Platten bedeutend
längere Dimensionen annehmen (untere Figur).

Die beiden äußern Figuren rechts auf Tafel I endlich stellen
einen *Mikroorganismus aus Mazun* dar, eine in Armenien häufig
hergestellte saure Milch, welche sich durch das Vorhandensein von
aromatischen Geschmacks- und Geruchsstoffen auszeichnet. In
Milch wächst diese Mikrobe meist zu zweien und zeigt an den
Enden der einzelnen Zellen deutliche Spitzchen, also den Typus
des auf das Minimum seiner Länge reduzierten Kurzstäbchens
(obere Zeichnung). In Peptonschotte dagegen (untere Figur)
wächst der nämliche Organismus in langen Ketten, wobei die
Zellen kugelrund oder öfter sogar etwas flachgedrückt sind. Wir
sind uns vorläufig nicht klar darüber, ob dieser Mikroorganismus
zu den Kurzstäbchen oder zu den Streptokokken gestellt werden soll.

Es muß aber hervorgehoben werden, daß wenn die in der untern Querreihe dargestellten Formen in die gleichen Bedingungen bezüglich Nährboden und Temperatur versetzt werden, wie sie bei der Züchtung der in der obern Reihe gezeichneten Formen inne gehalten wurden, so wachsen ihre Nachkommen auch entsprechend den neuen äußern Verhältnissen, mit andern Worten: Die durch Züchten bei veränderten Kulturbedingungen erhaltenen morphologischen Variationen sind in die alten Bedingungen zurückversetzt keineswegs „samenbeständig“, d. h. übertragen die neu erworbenen Eigenschaften nicht auf die Tochtergeneration.

Die Tafeln II und III sollen die morphologische Variabilität von *Azotobacter chroococcum* Beijerinck darstellen. Dieser Organismus ist eine in der Natur sehr verbreitete stickstofffixierende Mikrobe, welche bei reichlichem Zutritt von Luftsauerstoff und beim Vorhandensein einer geeigneten kohlenstoffhaltigen Energiequelle den freien atmosphärischen Stickstoff zum Körperaufbau zu verwenden vermag. Das Material wurde durch folgende Versuchsanordnung gewonnen: Drei verschiedene Erdproben, nämlich Wiesenerde (W der Tafeln II und III), Weinbergerde (R) und Gartenerde (G) wurden in zwei verschiedenen Quantitäten (10 gr und 1 gr) mit verschiedenen Mengen mannithaltiger Nährlösung in flachen Erlenmeyer-Kolben (FS) oder in weiten Reagensgläsern (HS) übergossen und zu vier verschiedenen Temperaturen gestellt, nämlich zu 37°, 30°, 20° und in den Eisschrank (4—5°). Die an der Oberfläche der Flüssigkeitsschicht erscheinende erst zarte, später recht derbe Bakterienhaut wurde mikroskopiert und gleichzeitig auch Ausstriche auf Glukoseagar-Platten angelegt. Wie sich in der Folge zeigte, entwickelte sich im Eisschrank *Azotobacter* nicht, weshalb diese Versuchsreihe unberücksichtigt blieb. Ebenso konnten wir im Reagensglas, welches mit Gartenerde beschickt und zu 37° gestellt worden war, keine Entwicklung von *Azotobacter* nachweisen, aus welchem Grunde jener Platz auf der Tafel leer bleiben mußte. Ob mit 10 oder nur mit 1 Gramm Erde Mannitlösung-Kulturen angelegt wurden, ergab keine Unterschiede in der äussern Form der sich entwickelnden *Azotobacter*-zellen. Die angelegten Striche auf Glukoseagar-Platten bei 30° überzeugten uns, dass in den einzelnen Fällen wirklich *Azotobacter chroococcum* vorlag, denn es entstanden überall (ausgenommen in H 37 G) die charakteristischen Auflagerungen, die sich in vorgerückteren Wachstumsstadien braun färbten und Formen enthielten, die vollkommen übereinstimmend das Bild von FS 30° W boten. Ein weiterer erläuternder Kommentar zu beiden Tafeln II und III ist wohl überflüssig, da die reproduzierten Zeichnungen deutlich genug die Veränderlichkeit der äußern Gestalt von *Azotobacter chroococcum* nach den Verhältnissen der Umgebung zeigen.

Die Tafeln IV und V zeigen die Variabilität bestimmter physiologischer Eigenschaften bei einigen Bakterienarten. Auf Tafel IV ist oben das *Bacterium Güntheri* L. et N. in seinem variablen Verhalten zum Luftsauerstoff dargestellt. Dieses Kurzstäbchen, welches der regelmäßige Erreger der spontan säuernden Milch ist, verhält sich normal dem Sauerstoff gegenüber vollständig indifferent; es ist fakultativ anaerob, d. h. wächst gleich gut bei Zutritt wie bei Abschluß des Sauerstoffes. Die beiden äußersten Reagensgläser links auf der Tafel zeigen das gewöhnliche Wachstum dieses *Bact. Güntheri*. Im Milchzuckeragar-Stich tritt von oben bis unten gleich kräftiges Wachstum ein, das Agar wird zufolge Säurebildung getrübt und an der Oberfläche des Agars findet keine Ausbreitung statt. In Milchzuckeragar-Schüttelkultur entwickeln sich die eingesäeten Keime in allen Höhenlagen der Agarschicht gleich gut. Aus jungem Emmentaler-Käse isolierten wir nun aber eine Bakterienart, die sowohl in ihren morphologischen wie physiologischen Eigenschaften mit dem typischen *Bacterium Güntheri* L. et N. vollständig übereinstimmte und sich von demselben nur dadurch unterschied, daß sie obligat aerob war, d. h. sich nur bei ungehindertem Zutritt des Sauerstoffes zu entwickeln vermochte. Die 3 mittleren Figuren sollen dieses auffallende Verhalten des Kurzstäbchens zur Darstellung bringen. Links die hohe Schicht-Kultur von Milchzuckeragar, wie sie aus dem Emmentaler-Käse erhalten wurde, in der Mitte der daraus angelegte Milchzuckeragar-Stich und rechts die entsprechende Schüttelkultur. Es fällt gegenüber dem normalen Verhalten von *Bact. Güntheri* sofort wieder auf, daß im Stich das Wachstum von oben nach unten sehr rasch abnimmt und in der Schüttelkultur nur im obersten Zentimeter Kolonienbildung eintritt, obwohl lebensfähige Keime in der ganzen Agarmasse verteilt worden waren. Gerade den entgegengesetzten Fall, nicht eine Vorliebe, sondern Abneigung gegen den Sauerstoff konnten wir bei einer Kurzstäbchenart konstatieren, die aus Sauerkäse isoliert worden war. Dieselbe stimmte ebenfalls in ihren Eigenschaften mit dem typischen *Bact. Güntheri* überein, wuchs aber obligat anaerob, d. h. entwickelte sich nur bei Sauerstoffabschluß. Von den drei rechts außen gezeichneten Reagensgläsern, zeigt das eine (links) die aus dem Sauerkäse erhaltene hohe Schicht-Kultur mit Milchzuckeragar, während die beiden andern den daraus gewonnenen Stich resp. die Schüttelkultur darstellen. Überall haben wir nur in den Agarschichten Wachstum, welche von der luftumspühlten Oberfläche mindestens ein Zentimeter entfernt sind.

Ganz entsprechend dem letzterwähnten Falle isolierten wir aus der Rinde von jungem Emmentalerkäse ein langstäbchenförmiges Milchsäurebakterium, das sich von dem *Bacillus casei* ε v.

Freudenreich in seinem morphologischen und kulturellen Verhalten einzig dadurch unterschied, daß es obligat anaerob war, also nur bei Luftabschluß wuchs, während dieses Langstäbchen normalerweise fakultativ anaerob ist. Diesen Fall der Variabilität einer physiologischen Eigenschaft, nämlich des Verhaltens zum Sauerstoff, haben wir auf der Tafel IV ebenfalls zur Darstellung zu bringen versucht (unten rechts).

Auf Tafel IV sind auch noch zwei Vorkommnisse dargestellt (bei K und A), bei denen eine Eigenschaft, die einem Mikroorganismus beim Gewinnen der Reinkultur aus dem natürlichen Verbreitungsmaterial in hohem Maße innewohnte, durch das Züchten auf künstlichen Nährböden aber in kurzer Zeit verloren ging. Es handelt sich in beiden Fällen um das Vermögen, Milchzucker unter Abspaltung von Gas (Kohlensäure und Wasserstoff) zu zersetzen. Aus geblähten Milchgärproben isolierten wir einen *Kokkus* (K), der auf Milchzuckeragar-Schüttelkultur verarbeitet schon nach 12—14 Stunden bei 37° den Milchzucker so intensiv zersetzte, daß die Agarmasse zersprengt und z. T. oben zum Reagensglas heraus gepreßt wurde. Nach dreimaligem Übertragen der Reinkultur des Kokkus auf gewöhnlichen Agar-Strich hatte derselbe das Gasbildungsvermögen vollständig eingebüßt und wächst seither als nicht mehr gasbildende Rasse. Entsprechende Erfahrungen machten wir mit einem dem *Bacterium aerogenes* L. et N. nahestehenden *Kurzstäbchen* (A), das wir aus einer fehlerhaften Milchprobe isolierten, welche durch deutlichen Schabzieger-Geschmack und -Geruch ausgezeichnet war. Auch diese Mikrobe verlor das frisch nach dem Isolieren wohl ausgeprägte Gasbildungsvermögen in kurzer Zeit vollständig.

Die Tafel V endlich soll die Variabilität zweier wichtiger physiologischer Eigenschaften der Bakterien dartun, nämlich des Schleimbildungs- und des Gelatineverflüssigungs-Vermögens. Unter den beiden Titeln *Bacterium Güntheri* L. et N. und *Bacillus casei* ε v. Freudenreich sind zwei Fälle verzeichnet, wo zwei Bakterienarten die Fähigkeit, rohe Milch in der Gärprobe bei 38° schleimig zu machen, vollständig einbüßten. Aus jungen Emmentalerkäsen, aus deren Kaseinmasse die Molke zufolge schleimiger Beschaffenheit nicht austreten konnte, welcher Umstand das Heranreifen fehlerhafter Käse bedingte, isolierte mein verehrter Chef, Herr Professor Dr. R. Burri in Zürich, in einem Falle einen Organismus, der sich vom *Bact. Güntheri* nur dadurch unterschied, daß er Milch fadenziehend zu machen vermochte, in einem andern Falle den *Bacillus casei* ε, der aber ebenfalls fadenziehende Milch hervorrief. Wenn das aus der Milch ausgepreßte ganz klare und sehr stark fadenziehende Serum zu dünnen Fäden ausgezogen rasch um ein Deckglas gewickelt und gefärbt wird, so sind die

betreffenden Stäbchen in einer sich gut abhebenden Schleimschicht eingebettet. Als wir aber die beiden fadenziehenden Bakterienarten im Laboratorium in sterilisierter Milch stets weiter züchteten büßte erst das Langstäbchen, später auch das Bact. Güntheri die Fähigkeit ein, rohe Milch bei 38° schleimig zu machen und aus dem Serum angelegte Präparate ließen nichts mehr von einer Schleimhülle um die Stäbchen herum erkennen.

Der *Bacillus Megatherium* De Bary verflüssigt in Gelatine-Stich gebracht den Nährboden ziemlich rasch, wie es im Reagensglas links unten auf Tafel V zur Darstellung gelangte. Wird aus der verflüssigten Gelatine ein gefärbtes Ausstrichpräparat hergestellt, so erhalten wir unter dem Mikroskop betrachtet ein Bild, wie es neben jenem halb verflüssigten Gelatine-Stich gezeichnet ist. Die Stäbchen sind einzeln oder zu zwei in kurzen Ketten und liegen unregelmäßig im Gesichtsfelde. Aus einer längere Zeit im Eisschrank aufbewahrten Flasche pasteurisierter Milch züchteten wir eine Stäbchenart rein, die mit dem typischen *Bacillus Megatherium* alle Eigenschaften teilte, aber die Gelatine wenigstens in den drei ersten Tagen der Kultur auf Platten bei 20° nicht erweichte. Wenn in ein mit Gelatine beschicktes Reagensgläschen ein Stich mit diesem Mikroorganismus ausgeführt wurde, so entwickelte sich derselbe gut im Stich, die Wachstumsintensität im Stichkanal nahm von oben nach unten ab, während an der Oberfläche starke Ausbreitung stattfand, also eine aerobe Stäbchenart, welche aber die Gelatine nicht durch die Abscheidung eines peptonisierenden Enzyms verflüssigte. Wenn man von den jungen Gelatineplatten-Kolonien sog. Klatschpräparate anfertigte, indem ein sorgfältig gereinigtes Deckgläschen vorsichtig auf die Kolonien gelegt, dann abgehoben und mit wässerigem Fuchsin gefärbt wurde, so ergaben dieselben ein auffallend zierliches Bild (Präparat rechts unter dem Titel *Bacillus Megatherium* auf Tafel V.) Die Einzelindividuen waren zu mehr oder weniger langen Ketten angeordnet, die nebeneinander gelagert in vielfachen Windungen das Gesichtsfeld durchquerten. Aber schon am vierten Tage bildeten die Kolonien dieses *Bacillus Megatherium* auf der Gelatinplatte kleine Mulden und verflüssigten in der Folge den Nährboden sehr rasch. Die späteren Generationen verhielten sich hinsichtlich des Gelatineverflüssigungsvermögens vollkommen normal, so daß wir es also hier mit einer Variation zu tun hatten, die nur schwach ausgeprägt sich auch sehr rasch wieder verlor.

Anders verhielt es sich bei einem letzten Falle der Variation einer physiologischen Eigenschaft des *Bacterium fluorescens* L. et N. eines im Erdboden auf pflanzlichem Material etc weit verbreiteten Kurzstäbchens. Wir isolierten aus Gartenerde genannte

Bakterienart, die einen grünen fluoreszierenden Farbstoff bildet, und verbrachten dieselbe, nachdem wir uns versichert hatten, daß eine Reinkultur vorlag und daß die Gelatine rasch verflüssigt wurde, auf Agar-Strich. Nach zweimaligem Überimpfen auf frischen Nährboden zeigte sich zu unserm Erstaunen nach 6 Wochen ungefähr die Hälfte der auf Gelatineplatten ausgesäeten Keime als nicht mehr Gelatine verflüssigend, obwohl der grün fluoreszierende Farbstoff noch gebildet wurde. Eine die Gelatine noch rasch verflüssigende Kolonie wurde durch mehrmalige Plattenpassage abermals rein gezüchtet und verlor nach vierwöchentlichem Aufenthalt auf Agar-Strich die Eigenschaft der Gelatineverflüssigung vollständig, während alle andern Kulturmerkmale erhalten blieben. Im Gelatine-Stich beobachteten wir von oben nach unten abnehmendes Wachstum mit oberflächlicher kräftiger Ausbreitung und intensiver Produktion eines grün fluoreszierenden, in den Nährboden hinaus diffundierenden Farbstoffes (vide Tafel V rechts unten bei F.) Nach unserer heutigen Nomenklatur hatte sich also die Überführung einer Art in eine andere vor unsern Augen vollzogen, indem das gelatineverflüssigende *Bacterium fluorescens* zum nicht gelatineverflüssigenden *Bacterium putidum* wurde. Wir werden also gut tun diese beiden Kurzstäbchen nicht mehr als zwei verschiedene Arten auseinander zu halten, sondern sie nach dem Vorschlage von *Lehmann*, welcher über ähnliche Erfahrungen bezüglich der Verflüssigung berichtet, unter der Spezies *Bacterium fluorescens* L. et N. zusammen zu fassen und zwei Varietäten zu unterscheiden, nämlich *liquefaciens*, die verflüssigende und *non liquefaciens*, die nicht verflüssigende Varietät. Trotz vielfachen Bemühungen ist es uns nicht gelungen die nicht gelatineverflüssigende Varietät in die verflüssigende überzuführen.

Aus dem in den beigegebenen Tafeln demonstrierten Materiale geht wohl deutlich hervor, daß sowohl morphologische wie physiologische Eigenschaften der Bakterien bis zu einem gewissen Grade der Veränderlichkeit unterworfen sind. Über den Grad der Veränderlichkeit einer Eigenschaft bei einer bestimmten Bakterienspezies, die sog. *Variationsbreite*, sind wir aber noch völlig im unklaren, und dieser Umstand ist es, welcher nach unserer Ansicht den heutigen Wirrwarr in der Bakteriensystematik heraufbeschwor. Es ist für den Forscher heute eine Strafe, wenn er, am Ende einer bakteriologischen Untersuchung angelangt, in den systematischen Werken

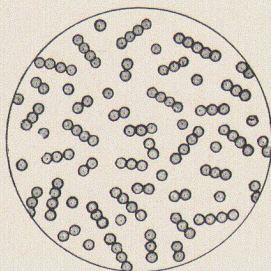
nachschlagen soll, ob eine vorliegende Bakterienart schon beschrieben wurde oder nicht. Nach stundenlangem geisttötendem Nachsuchen wird der Autor, wenn es sich nicht um eine der gewöhnlichsten Spezies handelt, meist zu dem Schlusse kommen: Ich weiß nicht, ob die vorliegende Art schon beschrieben ist oder nicht, auf jeden Fall sind die Merkmale der beschriebenen Arten nicht in der Vollständigkeit angegeben, daß ich zu identifizieren vermöchte. Es arbeiten in der bakteriologischen Systematik recht verschiedenartig geschulte Forscher. Neben den medizinisch ausgebildeten Bakteriologen wetteifern in der Art- und Gattungsfabrikation die Untersucher der technischen Gärungen und der biochemischen Prozesse in der Landwirtschaft, neben einer großen Anzahl anderer Forscher.

Um einen Einblick in das heute vollständig ungenießbare Sammelsurium der Bakteriensystematik zu gewähren, wollen wir nur mitteilen, daß beispielsweise *Migula* in seinem Sammelwerk nicht weniger als 50 Bakterienspezies, die einen grünfluoreszierenden Farbstoff produzieren, auseinanderhält, obwohl sie oft morphologisch kaum von einander zu unterscheiden und nur durch geringe physiologische Unterscheidungsmerkmale schwer zu trennen sind. Bei einigen vermag man bei bestem Willen in der Artdiagnose keine trennenden Unterschiede zu erkennen, und sie werden nur deshalb nicht in der gleichen Spezies untergebracht, weil der Autor, der sie isolierte, oder das Medium, dem sie entnommen wurden, in den einzelnen Fällen nicht die gleichen sind. Auf solcher Grundlage weiterfahrend, müssen wir uns in wenigen Jahren schon deshalb in der Artfabrikation einschränken, weil die Sprache nicht mehr imstande sein wird, die nötigen Namen zu liefern.

Wie kommen wir aus diesem Chaos heraus? Es wird von Jahr zu Jahr unwahrscheinlicher, daß durch

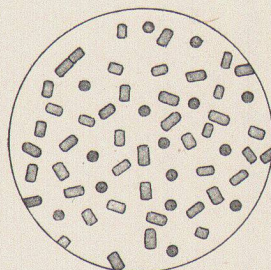
STREPTOCOCCUS
AGALACTIAE ADTZ.

A



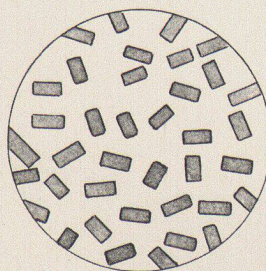
BACTERIUM
AEROGENES L. ET N.

A



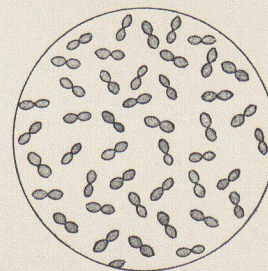
BACILLUS
MEGATHERIUM D. BJ.

T

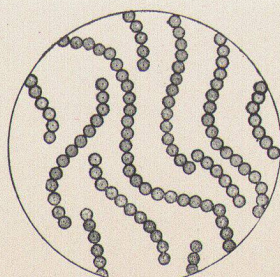


MICROORGANISMUS
AUSMAZUM.

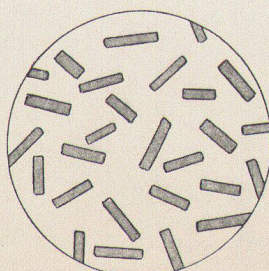
M



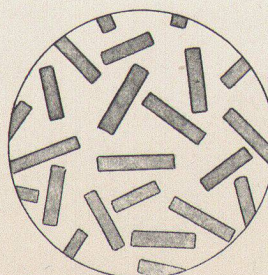
B



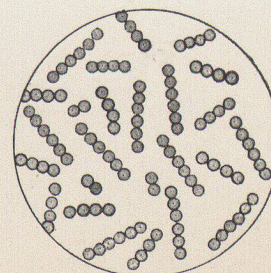
G



G



P



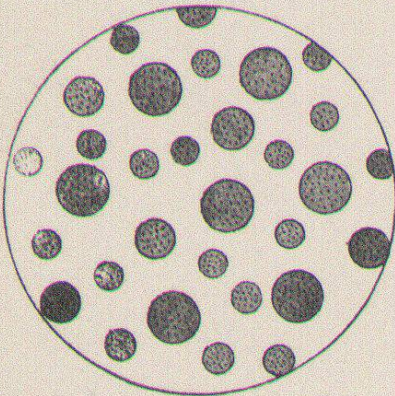
Dr. Max Duggeli: Der Speziesbegriff bei den Bakterien.

Maßstab 1200:1

AZOTOBACTER CHROOCOCCUM BEJ.

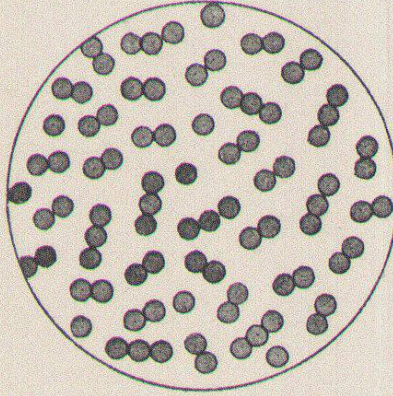
F. 5.37°

W



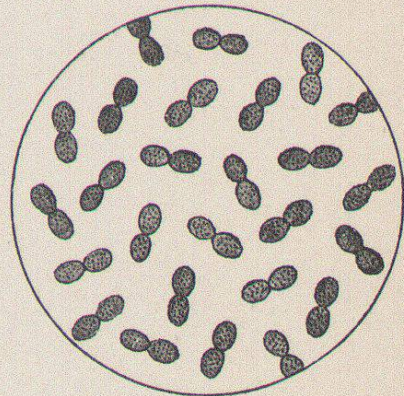
H 5.37°

W

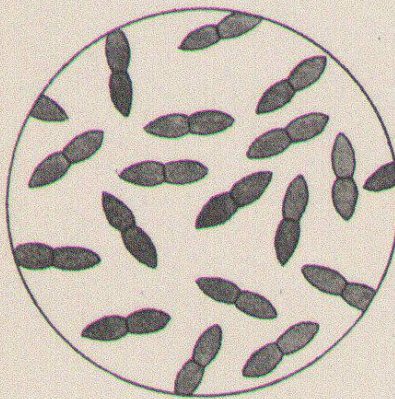


F. 5.30°

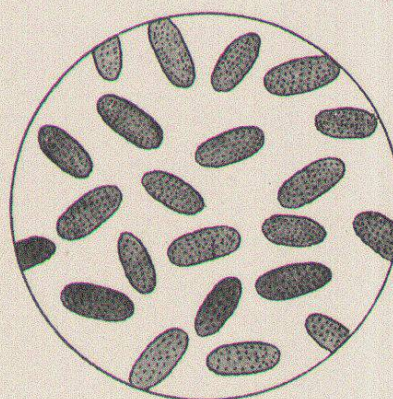
W



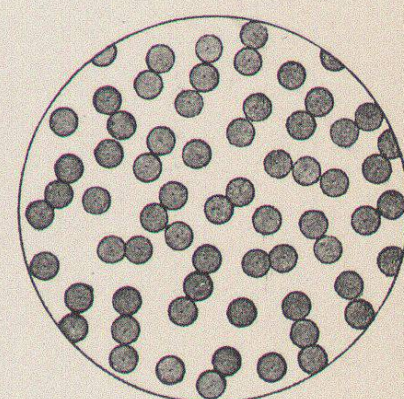
R



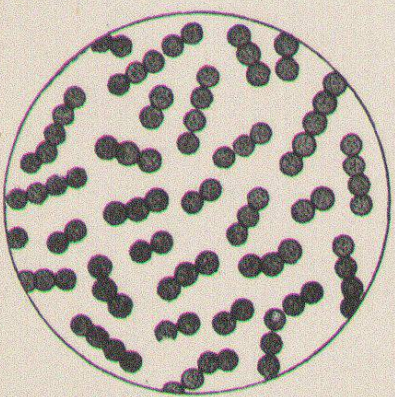
R



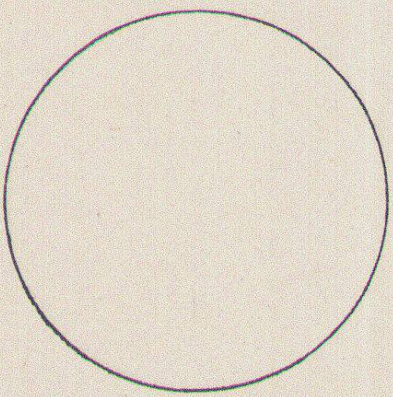
R



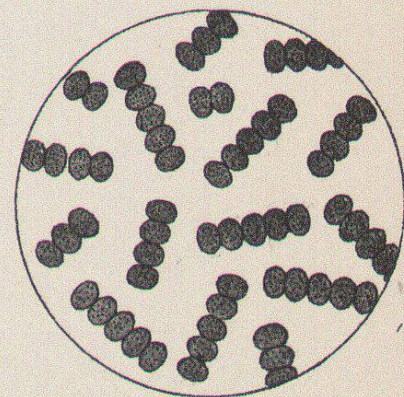
G



G



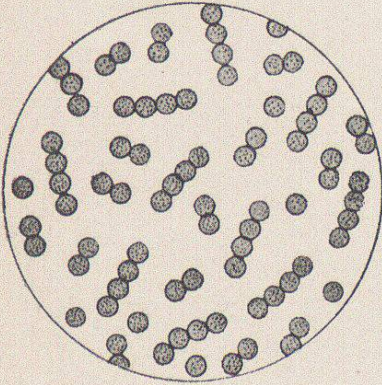
G



AZOTOBACTER CHROOCOCCUM BEJ.

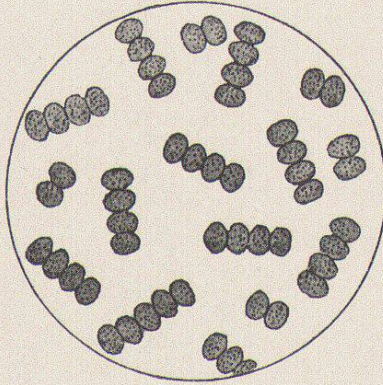
H. 5. 30°

W



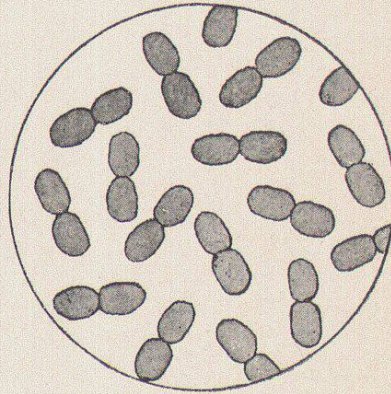
F. 5. 20°

W

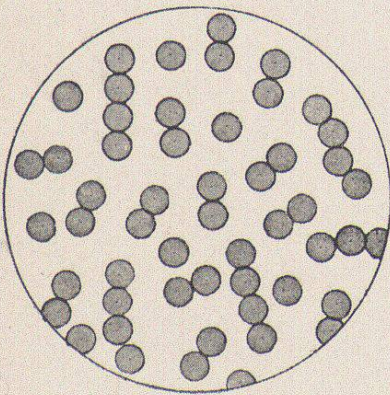


H. 5. 20°

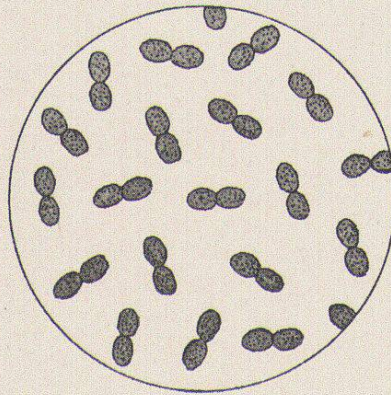
W



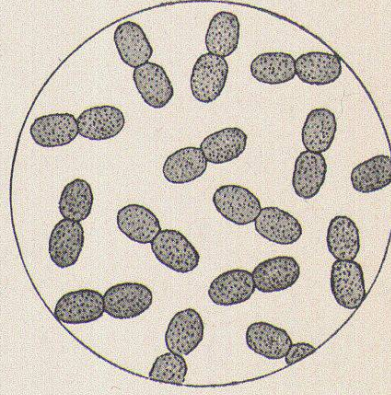
R



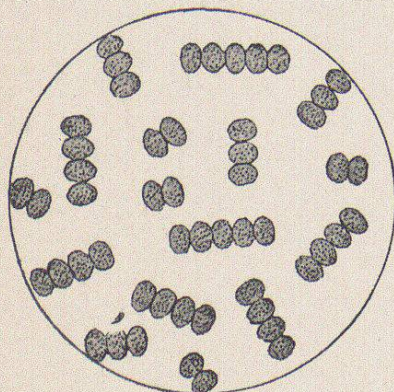
R



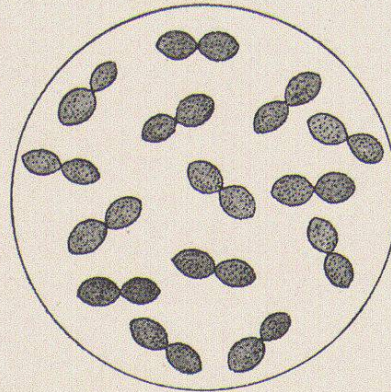
R



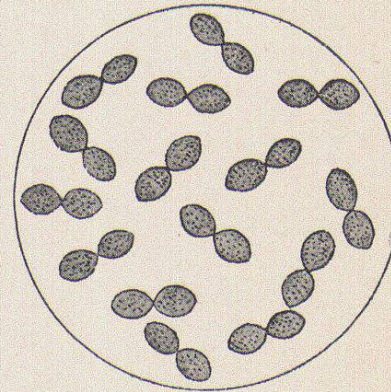
G



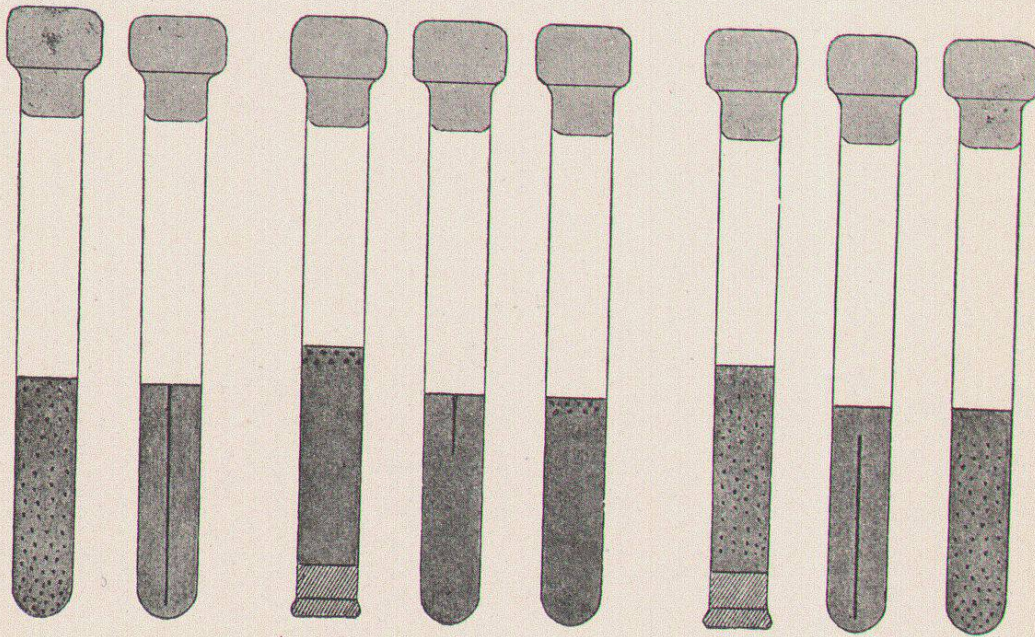
G



G



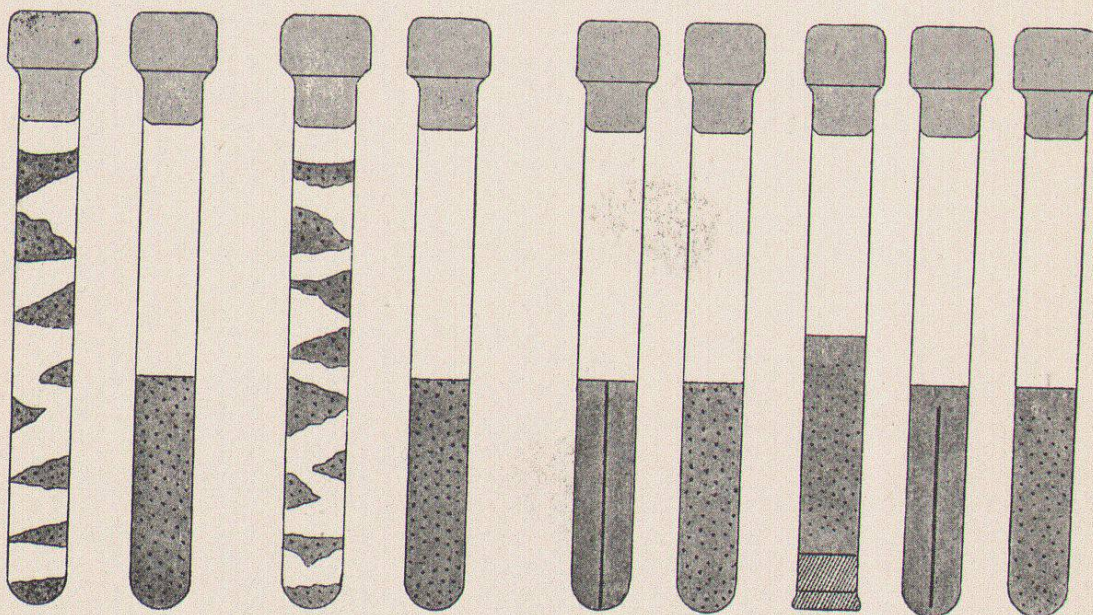
BACTERIUM GÜNTHERI L. ET N.



K

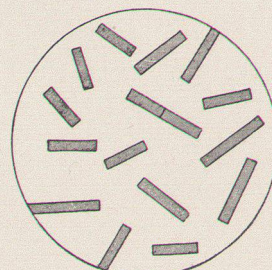
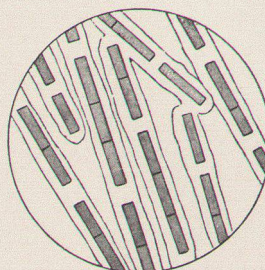
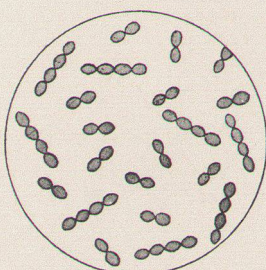
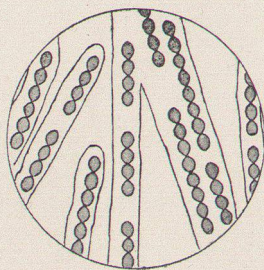
A

BACILLUS CASEI FREUD.

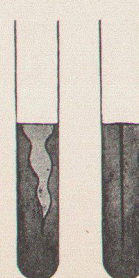
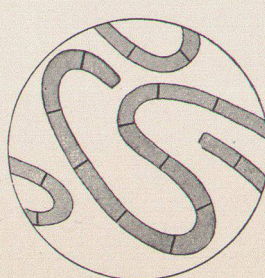
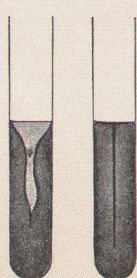
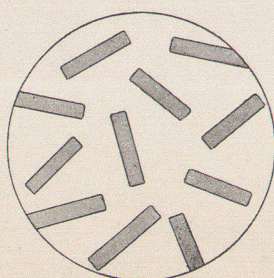


BACTERIUM GÜNTHERI L. ET N.

BACILLUS CASEI FREUD.



BACILLUS MEGATHERIUM DE BARJ.



neue Forschungen neue diagnostische Hilfsmittel sich erschließen, die, konsequent angewendet, uns die ersehnte Konstanz und scharfe Trennbarkeit der Arten enthüllen werden.

Ist es bei dieser Sachlage nicht zweckmäßig nach dem Vorschlage von *Lehmann* die Prinzipien, die sich bei den polymorphen Phanerogamen bewährt haben, möglichst vorsichtig auch auf die Bakterien anzuwenden? Wir müssen eine Anzahl besonders auffallender und weit verbreiteter Formen als *Arten* herausheben und sie genau und allseitig charakterisieren. Dann gilt es aber namentlich auch die Variationsbreite ihrer morphologischen und physiologischen Eigenschaften festzustellen. Um diese vollständig charakterisierten Arten, die wir auch *Typen* nennen könnten, würden wir die andern als Unterarten, Formen, Varietäten und Übergänge dieser Hauptarten gruppieren.

Zum Schlusse wollen wir an einem Beispiele kurz diesen Vorschlag erläutern. Angenommen, das *Bacterium Coli* Escherich sei ein solcher vollständig charakterisierter Bakterientypus. Nun isolieren wir aus Erde eine Bakterienart, die in ihren Eigenschaften mit dem typischen Bact. Coli in allem konstant übereinstimmt, ausgenommen nur die Zusammensetzung des aus Traubenzucker gebildeten Gases, indem die Menge des gebildeten Wasserstoffes sich zur Kohlensäure nicht verhält wie 2 : 1, sondern wie 1 : 1. Wir würden das aus Erde isolierte Bakterium bezeichnen als: Zur Gruppe des typischen Bact. Coli gehörend, vom Typus aber sich durch die Zusammensetzung des aus Traubenzucker gebildeten Gases unterscheidend. Durch diese Angabe kann jeder einigermaßen mit der Bakteriologie Vertraute sich eine genaue Vorstellung von dem neuen Mikroorganismus machen.
