



Die  
**Zusammensetzung der Bacterien**

in ihrer  
**Abhängigkeit von dem Nährmaterial.**

**H a b i l i t a t i o n s s c h r i f t**

zur Erlangung der *rencia legendi*

bei einer hohen medicinischen Facultät zu Heidelberg

eingereicht von

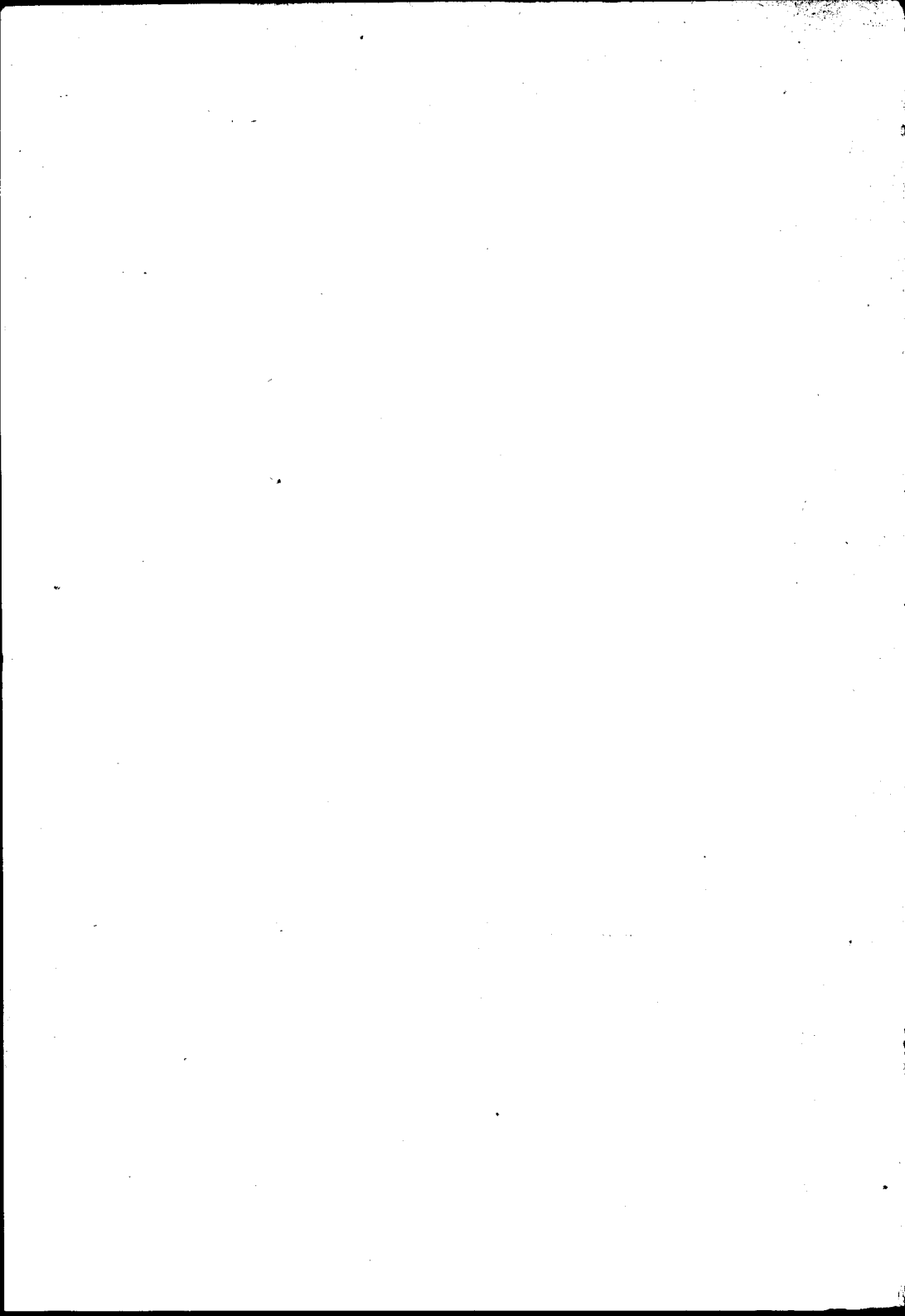
**Dr. E. Cramer,**

Assistenten am hygienischen Institut



**München 1892.**

Druck von R. Oldenbourg.



Die Zusammensetzung der Bacterien  
in ihrer Abhängigkeit von dem Nährmaterial.

H a b i l i t a t i o n s s c h r i f t

zur Erlangung der *venia legendi*

bei einer hohen medicinischen Facultät zu Heidelberg

eingereicht von

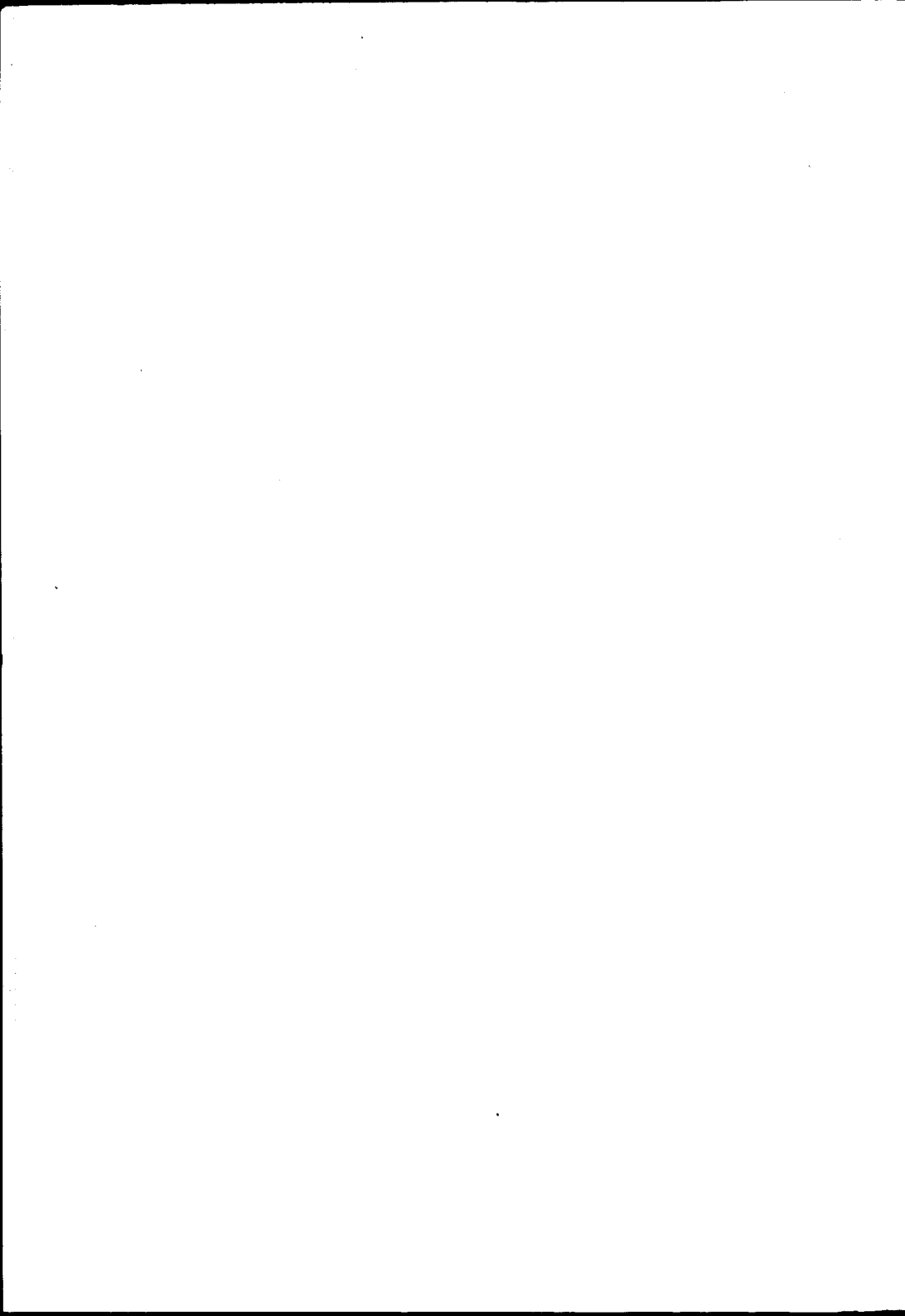
**Dr. E. Cramer,**

Assistenten am hygienischen Institut.



München 1892.

Druck von R. Oldenbourg.



## Die Zusammensetzung der Bacterien in ihrer Abhängigkeit von dem Nährmaterial.

Trotzdem die Biologie der Bacterien in allerneuester Zeit durch die Arbeiten zahlreicher Autoren in mannigfachster Weise gefördert und geklärt erscheint, so ist doch diese neuere Richtung — ohne ihr darum den geringsten Vorwurf machen zu wollen — abgesehen von einigen wenigen Arbeiten, von einer gewissen Einseitigkeit nicht freizusprechen.

Angeregt durch die Arbeiten von Brieger, Fränkel, Buchner, Behring und zahlreichen anderen Autoren, welche sowohl die bisher wenig gekannte Giftwirkung der Bacterien, als auch das immer noch räthselhafte Wesen der Immunität aufzuklären versprochen, haben die meisten Autoren ihre Forschungen nach dieser Seite der Bacteriologie oder, vielleicht besser gesagt, Bacteriotherapie gerichtet.

Es sind infolgedessen manche nicht unwichtige Fragen zum Theil solche, welche von allgemein biologischer Bedeutung sind, wenn sie auch in früherer Zeit schon in Angriff genommen worden waren, nicht mehr beachtet und bearbeitet worden und harren nach wie vor der Beantwortung.

So ist die Frage nach der Zusammensetzung der Bacterien noch immer eine offene; und doch ist die Bedeutung gerade

dieser Frage, bei der wichtigen Rolle, welche die Bacterien bei fast allen Erscheinungen und Vorgängen des Lebens ausüben, ich brauche nur an die Fäulnisserscheinungen, die Zersetzungen im Boden, die Selbstreinigung der Flüsse, überhaupt die Zerlegung alles Organischen in die einfachen Endproducte: Kohlensäure, Wasser, Stickstoff, Ammoniak und Stickstoffoxyde durch die Bacterien im Kreislaufe der Natur zu erinnern — eine in die Augen springende.

Jede Untersuchung, welche Aufklärung geben will über die Gesetzmässigkeit, nach welcher diese scheinbar regellosen Vorgänge sich abspielen muss naturgemäss ausgehen von der Zusammensetzung der Bacterien unter der Einwirkung der verschiedenartigen äusseren Einflüsse.

Erst wenn diese bekannt, können weitere Schlüsse gezogen und Zahlen gegeben werden, nach welchen sich die Stoffzersetzung und in letzter Linie der gehemmte Kraftwechsel bei den Bacterien vollzieht.

Die Angaben in der Literatur über die Zusammensetzung der Bacterien sind recht spärliche. Das Wenige, was bekannt ist, erlaubt nicht wie ich darthun werde, vergleichbare Schlüsse zu ziehen.<sup>1)</sup>

Schon Flüggé<sup>2)</sup> macht darauf aufmerksam, dass, wenn auch im Allgemeinen bei den Spaltpilzen die stickstofffreien Stoffe mehr zurtretreten und eiweissartige Substanzen fast die ganze Körpermasse derselben ausmachen dürften, doch auch Analysen vorliegen, welche die soeben ausgesprochene Ansicht durchaus nicht stützen und bemerkt zum Schluss ausdrücklich<sup>3)</sup> »weitere Analysen werden Anhaltspunkte dafür liefern müssen, in welcher Weise diese erheblichen analytischen Differenzen zu deuten und zu verwerthen sind.«

---

1) Ich übergehe absichtlich die Arbeiten derjenigen Autoren, welche nur einzelne Stoffe, nicht die gesammte Bacterienzelle untersucht haben, weil aus derartigen Angaben sich wohl kaum vergleichbare Resultate rücksichtlich der uns interessirenden Frage ergeben dürften.

2) Die Mikroorganismen. 2. Aufl., S. 427.

3) Dasselbst S. 427.

Auch Nencki<sup>1)</sup> glaubt aus den vorliegenden spärlichen Analysen von Bacterien entnehmen zu können, dass weder im Thier- noch im Pflanzenreich eine so riesige Verschiedenheit bezüglich der chemischen Zusammensetzung der Leibessubstanz morphologisch so nahe verwandter Organismen vorhanden ist, wie gerade bei den Spaltpilzen.

Die ältesten Analysen und auch diejenigen, welche am meisten Eingang gefunden haben in die Lesebücher, überhaupt am meisten citirt werden, sind die des obengenannten Autors.

Nencki und Schaffer<sup>2)</sup> geben die Zusammensetzung von Fäulniskeimen auf 2% Gelatine (oder schleimsaurem Ammoniak) indem sie zur Berechnung des Eiweisses den Stickstoffgehalt der aus den Bacterien dargestellten Mykoprotein verwenden, folgendermaassen :

	Zoogloämasse	Zoogloämasse u. Bacterien	Reife Bacterien
Wassergehalt . . . . .	84,81	84,26	83,42%
In der Trockensubstanz :			
	Zoogloämasse	Zoogloämasse u. Bacterien	Reife Bacterien
Eiweiss . . . . .	85,76	87,46	84,20%
Fett . . . . .	7,89	6,41	6,04%
Asche . . . . .	4,20	3,04	4,72%
Nichtbestimmter Rest	2,15	3,09	5,04%.

Leider verwendete Nencki damals keine Reinculturen, ein Postulat, an welchem wir bei dem heutigen Standpunkte der Bacteriologie unbedingt festhalten müssen. Es lässt sich mit einiger Sicherheit weder unterscheiden, ob die in der schleimigen Zoogloämasse eingebetteten Körnchen Sporen oder Coccen waren, noch ob die späterhin auftretenden Stäbchen eine einheitliche Species darstellten; wahrscheinlich handelte es sich um ganz verschiedene Arten von Fäulnisbacterien, die einander auf der durch die vorausgegangenen Vegetationen wesentlich modificirten Nährlösung folgten. Dass trotzdem der Eiweissgehalt der Bacterien

1) Ueber das Eiweiss der Milzbrandbacillen. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft Bd. XVII, S. 2608.

2) Ueber die chemische Zusammensetzung der Fäulnisbacterien. Journal für praktische Chemie. Nr. 5, Bd. XX, S. 443.

und der Zooglöemassen mit Sporen (?) so hoch und so gleichmässig gefunden wurde, liegt wohl zum Theil in der Methode<sup>1)</sup> Nencki's, welche geeigneter sein mag die Eiweisssubstanzen der Bacterien darzustellen, als den Bacterienzellenleib als solchen zu isoliren.

So wichtig und werthvoll die Reindarstellung der Mykoprotein ist, so dürften doch die Angaben über die Zusammensetzung der Bacterien heutzutage nur sehr bedingten Werth haben und keinerlei vergleichende Schlüsse mit anderen Analysen zulassen.

Brieger<sup>2)</sup> analysirte Gelatinereinculturen des Friedländer'schen Pneumoniebacillus, die infolge des langen Wachsthumms mit Salzkrusten imprägnirt waren.

Er fand folgende Zusammensetzungen:

Wassergehalt . . . . .	84,20%
Fettgehalt der Trockensubstanz . . . . .	1,74%
Aschegehalt der entfetteten Trockensubstanz . . . . .	30,24%
Stickstoffgehalt der Trockensubstanz aschefrei . . . . .	9,75%

Nägeli und Löw<sup>3)</sup> fanden für Mikrococcen auf weinsaurem Ammoniak gezüchtet:

10,65% Stickstoff,
9,94% Asche.

Für Essigmutter fanden dieselben Autoren eine Trockensubstanz von 1,70%, darin nur 1,82% Stickstoff und 3,37% Asche.

Vincenzi<sup>4)</sup> untersuchte Reinculturen des *B. subtilis* in Fleischextractlösung, welche er, nachdem sie durch Asbest filtrirt und wiederholt gewaschen waren, der künstlichen Verdauung unterworfen, mit Wasser, Alkohol und Aether extrahirt hatte.

In der so erhaltenen Bacterienmasse konnte Vincenzi

1) Nencki, a. a. O., vergl. auch Nencki, Beiträge zur Biologie der Spaltpilze. 1880.

2) Ueber Spaltungsproducte der Bacterien. Zeitschr. für physiologische Chemie. Bd. IX, S. 7.

3) Ciliert nach Flügge a. a. O. S. 427.

4) Ueber die chemischen Bestandtheile der Spaltpilze. Zeitschrift für physiologische Chemie. Bd. XI, S. 181.

Cellulose nicht nachweisen, in der Trockensubstanz fand er folgenden beträchtlich schwankenden Stickstoffgehalt:

5,24%	6,26%
11,3%	5,34%
7,97%	

Vincenzi bezieht diese kolossalen bis zu 100% gehenden Schwankungen im Stickstoffgehalt wohl mit Recht auf die verschiedenen Entwicklungsgrade der Bacillen d. h. auf die verschiedenen Zustände der Sporenreifung und Keimung. Es dürften die vollständig ausgebildeten, freien Sporen der künstlichen Verdauung wohl beträchtlich mehr Widerstand entgegenzusetzen, als die vegetativen Formen der Heubacillen.

In allerneuester Zeit haben noch Koch und Kappes Analysen von Bacterien veröffentlicht.

Die Untersuchungen, welche Th. Weyl<sup>1)</sup> auf Veranlassung von R. Koch über die chemische Zusammensetzung des Tuberkelbacillus anstellte, gehören zwar streng genommen, da sie keine Analyse des gesammten Bacterienzelleibes enthalten, nicht hierher. Ich glaubte sie aber erwähnen zu sollen, weil Weyl das von ihm isolirte »Toxomucin« auf Grund seiner elementaren Zusammensetzung (er fand bei der Analyse 51,6% C, 7,3% H und 4,4% N) scharf von Mykoprotein und Anthraprotein von Nencki und Schaffer glaubt trennen zu müssen.

Die Analysen der Massenreinculturen auf 1½ Fleischextract-peptonagar von Kappes<sup>2)</sup> lassen wenigstens bis zu einem gewissen Grade einen Vergleich unter sich zu, wenn auch nicht in dem Maasse wie der Verfasser annimmt.

Er fand als mittlere Zusammensetzung des

	B. prodigiosus	B. xerosis	der Soorheefe
Wasser . . .	85,45	84,93	81,40

1) Zur Chemie und Toxikologie des Tuberkelbacillus. Deutsche medic. Wochenschrift 1891, Nr. 7. s. a. Referat Centralbl. f. Bacteriol. Bd. X, S. 319.

2) Analyse der Massenculturen einiger Spaltpilze und der Soorheefe. Leipzig. Dissertat. 1891.

## in der Trockensubstanz

	B. prodigiosus	B. xerosis	der Soorhefe
Eiweiss . . .	71,25	75,78	76,25
Aetherextract	4,83	8,06	4,29
Asche . . . .	13,47	9,52	10,83.

Da Kappes die verschiedenen Mikroorganismen auf demselben Nährboden gezüchtet, dieselben unter möglichst gleichen äusseren Bedingungen dem Wachsthum überlassen und im gleichen Entwicklungsstadium abgeerntet, glaubt er, wie bereits angedeutet, auch vergleichende Schlüsse ziehen zu können.

Zunächst scheint es mir bedenklich, auf Grund so weniger Analysen Vergleiche über die Zusammensetzung der Spalt- und der Sprosspilze anstellen zu wollen. Es wäre eine derartige Vergleichung wohl zulässig, wenn für beide Categorien, durch zahlreiche gut übereinstimmende Analysen eine gewisse typische mittlere Zusammensetzung bekannt wäre. Davon kann bis jetzt aber noch keine Rede sein.

Dann halte ich es nicht für zulässig einen nicht sporenbildenden Pilz wie den *B. prodigiosus* und einen sporenbildenden, den *B. xerosis* zu vergleichen (s. S. 159). Endlich erscheint es mir nicht ganz sicher, ob Verfasser immer das gleiche Entwicklungsstadium abgewartet hat. Nach ihm soll der *B. prodigiosus* auf Agarplatten bei 15–20° gezüchtet, sich nach 14 Tagen am kräftigsten entwickelt haben. Wenn die Culturen des *Xerosisbacillus*, die bei 22° gehalten wurden, abgeerntet wurden, ist nicht genauer angegeben (wahrscheinlich, soweit aus der Beschreibung der Cultur hervorgeht, am 4–5. Tag).

Da sich die Soorhefe nach 7–8 Tagen auf dem Höhepunkt der Entwicklung befand, (die Wachstumstemperatur ist nicht angegeben) so wird sie wohl auch nach diesem Zeitraum abgeerntet sein. Wie man sieht, ist die Wachstumsdauer, die Kappes bei seinen verschiedenen Mikroorganismen anwendete, eine ganz verschiedene. Ob sie immer dem Höhepunkt der Entwicklung entspricht, erscheint mir fraglich. Für den *B. prodigiosus* muss ich es auf Grund eigener Erfahrung bestreiten.

Kappes<sup>1)</sup> gibt auch selbst zu, dass der Punkt, an welchem die Culturen abgenommen, etwas über dem Optimum der Entwicklung hinausgelegen sei. Dass dies nicht gleichgiltig ist, habe ich andern Orts nachgewiesen<sup>2)</sup>. Ich konnte gerade für Reinculturen von *Prodigiousus* allerdings auf Kartoffeln darthun, dass ein recht beträchtlicher Unterschied besteht, sowohl was die Trockensubstanz als was den Aschegehalt angeht, zwischen 5 bis 6 Tage alten Culturen und solchen von 14 Tagen. Aehnliche Unterschiede können wir mit Sicherheit bei *Agarculturen* voraussetzen.

Ist somit die Vergleichbarkeit der Analysen von Kappes untereinander nicht über allem Zweifel erhaben, so ist jedenfalls noch viel weniger aus ihnen etwas zu entnehmen, was Aufklärung geben könnte, warum so kolossale Differenzen unter den Analysen einzelner Autoren bestehen. Sind wirklich die einzelnen *Bacterienarten* so grundverschieden in ihrer Zusammensetzung oder ändert schon ein und derselbe *Bacillus* je nach dem ihm zu Gebote stehenden Nährmaterial, Züchtungstemperatur, Wachstumsdauer u. s. w. seine Zusammensetzung, so dass von einer typischen Zusammensetzung der *Bacterien* keine Rede sein kann?

In der eben citirten Arbeit<sup>3)</sup> hatte ich den Einfluss der berührten Momente nur bezüglich der Variationen und Schwankungen des Wasser- und Aschegehaltes der *Bacterien* festgestellt. Ich hatte gefunden, dass die *Bacterien* keinen typischen Wasser- und Aschegehalt besitzen, sondern dass derselbe je nach den verschiedenen Wachstumsbedingungen beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist.

Vorliegende Arbeit soll nun den Nachweis liefern, dass von einer »typischen Zusammensetzung« der *Bacterien* in dem Sinne, wie sie für höher organisirte Wesen

1) a. a. O. S. 33.

2) Die Ursache der Resistenz der Sporen gegen trockene Hitze. *Archiv für Hygiene* Bd. XIII, S. 81.

3) a. a. O. S. 111.

bekannt ist, nicht die Rede sein kann; sondern dass dieselbe in hohem Maasse selbst bei einem und demselben Bacillus schwankt, indem sie bis zu einem gewissen Grade ganz von der Zusammensetzung des Nährmaterials abhängt.

Eine gleichmässige eingehende Berücksichtigung und experimentelle Prüfung aller Factoren, welche nothwendig gewesen wären, um genau die Grenzen und die Gesetzmässigkeit, innerhalb derer die Zusammensetzung der Bacterien variiren kann, festzustellen, hätte wegen der Schwierigkeit hinreichendes Material zu gewinnen und bei der immerhin nicht geringen Mühe, welche die nothwendigen zahlreichen Analysen erfordern, die mir verfügbare Zeit weit überschritten. Immerhin glaube ich den einflussreichsten Factor der Wachstumsbedingungen, welche die Zusammensetzung der Bacterien beeinflussen genau genug geprüft und erforscht zu haben, so dass die Resultate mittheilenswerth erscheinen.

#### **Methodisches zur Gewinnung vergleichbarer Analysen.**

Ich komme nun zur Besprechung der Maassregeln und Cautelen, deren Befolgung nicht nur die Gewinnung reichlichen Bacterienmaterials garantirt, sondern auch eine bessere Vergleichung und Verwerthung der aus den Analysen zu ziehenden Schlüsse in Aussicht stellt.

Von grosser Wichtigkeit war die Auswahl der Bacterien. Zunächst konnten nur solche Bacterien in Betracht kommen, deren üppiges Wachstum eine möglichst grosse Ernte versprach, da sonst ein zu grosser Zeitverlust bei der nöthigen Gewinnung von Material zu befürchten war. Dann war darauf zu achten, dass sowohl ihr Wachstum auf dem Nährmaterial, als ihr Aussehen unter dem Mikroskope ein möglichst charakteristisches war und die Controlle der Reincultur mit blossem Auge und unter dem Mikroskope möglichst erleichterte.

Endlich war zu berücksichtigen, dass keine Sporenbildung stattfand. Dauerformen und vegetative Formen können unter keinen Umständen rücksichtlich ihrer Zusammensetzung vergleichbare Resultate liefern. Wenn auch zur Zeit der stringente

Beweis, dass die Bacteriensporen concentrirtes Eiweiss enthalten noch aussteht, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass mit der Sporenbildung eine solche tief greifende Veränderung in der Zusammensetzung des betreffenden Bacillus vor sich geht, dass die Zusammensetzung vor und nach der Sporenbildung eine jedenfalls ganz andere ist, und, wenn auch im Allgemeinen sich die Spore auf Kosten des vegetativen Theils der Zelle an Stoffen bereichert, letztere also gewissermaassen in demselben Maasse verarmt, so dürfte bei zahlreichen freien Sporen dieser ausgleichende Factor wieder in Wegfall kommen. Als Beweis dafür, dass die Zusammensetzung der Bacterien sich mit ihrem Entwicklungsgrade ändert, dafür möchte ich den ganz verschiedenen Stickstoffgehalt der Bacterien (s. o.) anführen, den Vincenzi<sup>1)</sup> bei den Analysen des Bacillus subtilis auf Nährbouillon fand.

Aus all' diesen Gründen habe ich den Pfeiffers'schen Kapselbacillus, den aus Marburger Wässern gezüchteten Nr. 28<sup>2)</sup>, den Friedländer'schen Pneumoniebacillus und den Rhinossclerombacillus von Paltauf<sup>3)</sup>, eine Gruppe einander offenbar sehr nahe verwandter, auf den gewöhnlichen Nährmedien sehr ähnlich wachsender Bacterien gewählt.

Die grosse Aehnlichkeit der gewählten Bacterien versprach ausserdem noch Aufschluss zu geben, über die Zusammensetzung so nahe verwandter Bacterienspecies auf den verschiedenen Nährmaterialien. Es war nicht uninteressant zu untersuchen, ob unsere Bacterien, die sich durch die gewöhnlichen Culturverfahren nicht ganz leicht trennen lassen nicht rücksichtlich ihrer Zusammensetzung doch gewisse Differenzen aufweisen.

Was weiter die Beschaffenheit des zu untersuchenden Bacterienmaterials angeht, so muss bei dem heutigen Standpunkte der Bacteriologie als unbedingtes Erfordernis gelten, dass nur tadellose Reinculturen verwendet werden und hierin, in der Beschaffung und der Controlle genügend reichlichen

1) Vincenzi, a. a. O.

2) Cramer, a. a. O. S. 107.

3) Fortschritte der Medicin Nr. 19, Bd. IV.

absolut reinen Materiales, liegt die Hauptschwierigkeit solcher Bacterienanalysen. Wie eben bemerkt, war die Gewinnung von solchem absolut reinen Material schon oben bei der Wahl der zu untersuchenden Bacterien berücksichtigt worden.

Nicht minder wichtig war ferner die Wahl des Nährmaterial's. Nach mancherlei Vorversuchen habe ich 1½% Agar-Agar gewählt; einmal wegen des verhältnismässig charakteristischen Wachstums unserer Bacterien auf demselben; dann aber noch aus einer Reihe von anderen Gründen. Zunächst weil die eigenthümliche zähelastische Beschaffenheit des Agar-Agar eine leichte Gewinnung von reinem Bacterienmaterial durch Abstreifen mittels eines Scalkells ohne jede Verletzung des Nährmaterials am leichtesten ermöglichte. Zu beachten war ferner, dass das Nährmaterial es gestattete, den Bacterienzelleib als solchen rein möglichst frei von Verunreinigungen durch Stoffwechselproducte zu erhalten. Eine wirklich einwandfreie Methode die Bacterienzelle isolirt, frei von allen Stoffwechselproducten in grösserer Masse rein darzustellen existirt wohl kaum. Immerhin dürfte unsere Methode noch als die zweckmässigste bezeichnet werden können. Es hätte vielleicht nahe gelegen Bouillonculturen zu verwenden und den Bacterienbodensatz auf dem Filter mit physiologischer Kochsalzlösung zu waschen. Doch war hiebei ein Verlust von löslichen Substanzen und namentlich Aschebestandtheilen zu befürchten. Aus demselben Grunde trug ich Bedenken die Methode von Nencki<sup>1)</sup> zu verwenden, welche wie schon oben bemerkt, wohl mehr geeignet sein mag zur Darstellung der Eiweisskörper der Bacterien, als um eine wirkliche Vorstellung von der Zusammensetzung der Bacterien zu gewinnen.

Von der Verwendung des Kartoffelnährbodens, wiewohl derselbe von vielen Autoren und auch von mir früher zu derartigen Versuchen benutzt worden ist, glaubte ich absehen zu müssen, weil wie ich mich bei einer Reihe von Bacterien überzeugen konnte, leicht eine Erweichung des Nährmaterials stattfindet, und man selbst bei noch so vorsichtigem Abstreifen keine reine

1) a. a. O.

Bacterienmasse, sondern auch reichlich Kartoffelsubstanz erhält, wie man sich denn auch von dem Vorhandensein reichlicher Stärkekörnchen mikroskopisch leicht überzeugen kann.

Der 1 1/2 % Agar-Agarnährboden bot ferner vor der Kartoffel den nicht zu unterschätzenden Vortheil der leichteren Variation; durch Zusatz von Zucker resp. Pepton liess sich leicht der Einfluss vermehrter Kohlehydrat- und Eiweisszufuhr auf die Bacterien kontrolliren.

Eine gewisse Schwierigkeit bot freilich die Herstellung genügend reichlichen Materiales von tadelloser Beschaffenheit. Auch diese Schwierigkeit liess sich überwinden durch Herstellen der Agar-Agar nach von Meyer und Buchner im Autoclaven. Von den ungefähr 50—60 l die verwendet wurden, sind nur die ersten 4 l im Dampfkochtopf bereitet, die übrigen ohne Ausnahme im Autoclaven ohne grosse Mühe hergestellt und namentlich in kurzer Zeit filtrirt.

Selbstverständlich war es nothwendig, um möglichst gleichartiges Nährmaterial zu erzielen, bei der Herstellung stets in peinlich genau derselben Weise zu verfahren. Gleichwohl bestehende durch die wenig constante Zusammensetzung des Fleischsaftes bedingte Unterschiede, welche die zu gewinnende Bacterien-ernte zu beeinflussen im Stande war, suchte ich dadurch belanglos zu machen, dass ich die Bacterien in ein und derselben Reihenfolge auf stets derselben Menge Nährmaterial züchtete. Ich verbrauchte also für jeden einzelnen Bacillus von der jedesmal bereiteten Menge Agar-Agar denselben aliquoten Theil allerdings oft mit ganz verschiedenem Ernteertrag.

Da es mir hauptsächlich darauf ankam, den Einfluss verschiedenartig zusammengesetzten Nährmaterials auf die Bacterien klar zu legen, habe ich folgende 3 Zusätze zu dem gewöhnlichen Fleischinfuspeptonagaragar gewählt um den Einfluss vermehrter Eiweisszufuhr zu prüfen, 5% Pepton, um die Einwirkung des bei bacteriologischen Züchtungsversuchen viel verwendeten Traubenzuckers (als Prototyp der Kohlehydrate festzustellen) einen Zusatz desselben von 5%.



Wir haben also:

1. 1% Peptonfleischinfusagar (als normaler Nährboden)
2. 5% Peptonfleischinfusagar (als eiweissreichen Nährboden,
3. 5% Traubenzuckerfleischinfuspetonagar (als kohlehydrat-haltigen Nährboden).

Die Zusätze sind absichtlich etwas hoch gewählt, weil ich hoffen konnte auf diese Weise auch etwaige Differenzen der Zusammensetzung der Bacterien zu vergrössern. Dass in keinem Falle durch die betreffenden Zusätze eine Entwicklungshemmung unserer Bacterien stattfand, wird sich aus dem weiter unten zu Besprechenden mit völliger Klarheit ergeben.

Es wurden nun jedesmal 20 Platten gegossen und dazu im Ganzen 300 ccm Agar verwendet. Die Flächenausdehnung dieser 20 Platten betrug rund 2340 qcm (da nicht Platten mit Emailrand verwendet wurden ist die Oberflächenbestimmung nicht ganz genau, doch mussten bei der grossen Anzahl Platten Fehler der einzelnen Platte sich ausgleichen.) Geimpft habe ich die Platten in den ersten Versuchen mit kleinen Leinwandlappchen, die mit der grössten Sorgfalt sterilisirt und in eine Emulsion der betreffenden Bacterien in Kochsalzlösung getaucht waren. Da sich bei diesem Verfahren etwaige verunreinigende Colonien nicht leicht genug erkennen liessen, verwendete ich bei weitaus den meisten Aussaaten eine Rolle von ganz dünnem Platinblech. Dieselbe hatte gegenüber den Leinwandlappen den Vortheil der leichteren Sterilisation, dabei haftet doch beim Eintauchen in die Bacterienemulsion hinreichend Material um die Oberfläche einer ganzen Platte genügend zu impfen.

Unmittelbar nach der Infection wurden die Platten, selbstverständlich vor Verdunstung durch Aufbewahrung in feuchten Kammern genügend geschützt, in den Thermostaten gebracht und dort während 48 Stunden bei 34,5° C gehalten. Ich legte grossen Werth auf das genaue Einhalten dieser Wachstumsdauer. Es ist wohl am richtigsten und natürlichsten, dass man die Bacterien zur Zeit des Höhepunktes ihres Wachstums untersucht. So sicher die Ernährung und das Wachsthum der Bacterien auf dem Nährmaterial auf dem

Wege der Diffusion und der Osmose vor sich geht, ebenso sicher wird das aufgenommene Material sofort durch die grosse Lebensenergie der Bakterien zum Theil weiter zerlegt, zum Theil zum Körperaufbau verwendet. Ein Mitanalysiren von unveränderten von den Bakterien aus dem Nährboden resorbirten organischen Bestandtheilen findet nicht statt.<sup>1)</sup>

Anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn bei längerem Wachstum weit über den Höhpunkt der Entwicklung hinaus die Culturen abgeerntet werden. Es entsteht ein doppelter Fehler: einerseits entstehen zwischen den abgestorbenen Zellverbänden der z. Th. wenigstens (s. u.) sehr eiweissreichen Bakterien und dem Nährmaterial störende Diffusionsvorgänge, welche die ursprüngliche Zusammensetzung der Bakterien wesentlich beeinträchtigen können, andererseits kann das abgestorbene Zellenmaterial neuen Generationen selbstverständlich unter wesentlich geänderten Lebensbedingungen zum Aufbau dienen.

Inwiefern sich rücksichtlich des Wasser- und Aschegehaltes die Zusammensetzung der Bakterien mit der Wachstumsdauer ändert, hatte ich bereits früher untersucht<sup>2)</sup>.

Dass unsere Bakterien nach 24 Stunden auf dem Höhpunkt ihres Wachstums standen, davon habe ich mich oft genug durch den Augenschein beim Pfeiffer'schen Kapselbacillus noch durch besondere Versuche überzeugt. Es mag auch noch der Umstand als Beweis dafür dienen, dass, wenn ich die Platten nach dem Abernten zurück in den Thermostaten brachte, kein erneutes Wachstum stattfand.

Nach dieser Frist von 48 Stunden wurde die kräftig entwickelte Bakterienmasse, nachdem sie vorher mikroskopisch auf ihre Reinheit geprüft war, vorsichtig abgestreift, im Platintiegel bei 105° getrocknet und das Gewicht der Trockensubstanz bestimmt. Das so erhaltene trockene Bakterienmaterial wurde erst

---

1) So konnte ich in keinem einzigen der von mir untersuchten Bakterien Traubenzucker nachweisen; in einem einzigen Falle erhielt ich Biuretreaction, welche jedoch offenbar nicht durch aufgenommenes Pepton, sondern einen spezifischen Eiweisskörper des Bakterienleibes bedingt war.

2) a. a. O. vergleiche auch weiter oben.

dann aufbewahrt, nachdem wenigstens an einer Stelle durch das Gelatineplattenverfahren die tadellose Reinheit erwiesen war.

Es war nun zu befürchten, dass die zu untersuchenden Bacterien bei dem Wachstum auf ein und demselben Nährboden und bei der günstigen Temperatur ihre Lebenseigenschaften dauernd ändern und dadurch ganz falsche Resultate vortäuschen würden. Diese Gefahr suchte ich eben auch durch das Umzüchten der Bacterien auf Gelatine und späterhin wiederum auf schräg erstarrtem gewöhnlichem Agar zu vermeiden. Ich habe nie Culturen zur Aussaat verwendet, deren typisches Wachstum auf Gelatine nicht vorher controlirt worden wäre. Ich konnte auch nach Beendigung unserer Versuche<sup>1)</sup> keine Aenderung in dem Wachstum der Bacterien auf dem verschiedenen Nährmaterial beobachten.

Bevor ich zur Betrachtung der Resultate der Analysen komme, möchte ich kurz ausführen, in welcher Weise das auf die beschriebene Weise gewonnene Material untersucht wurde.

Zur Bestimmung des Gesamtstickstoffes in dem getrockneten Bacterienmaterial verwendete ich die Methode von Kjeldahl in der Wilfarth'schen Modification<sup>2)</sup>.

Die durch den Zusatz des Quecksilber entstehenden Merkuramidverbindungen zerlegte ich nach dem Vorgange von Argutinsky<sup>3)</sup> mit einer eben ausreichenden Menge von ammoniakfreier ziemlich concentrirter Schwefelkaliumlösung.

Obwohl die Verwendbarkeit der Kjeldahl'schen Methode für Substanzen von ähnlicher Zusammensetzung wie die Bacterien (soweit Schlüsse aus dem vorliegenden Material über die Zusammensetzung des Bacterienzellenleibes sich ziehen lassen) durch die Analysen zahlreicher Forscher als feststehend angenommen werden kann, ist doch meines Wissens der directe Beweis durch Controlanalysen noch nicht erbracht. Auch Kappes und

1) Die Gewinnung eben hinreichenden Materiales nahm den Zeitraum von etwa 7 Monaten in Anspruch.

2) Chemisches Centralblatt (3, 5) 16, S. 17 und 113.

3) Pflüger's Archiv 46, S. 33.

Vincenzi<sup>1)</sup> analysirten nach Kjeldahl und setzten dabei die Verwendbarkeit der Methode als selbstverständlich voraus.

Um ganz sicher zu gehen, habe ich wenigstens in einzelnen Fällen (im ganzen in 4) Controlanalysen nach Will-Varrentrapp und Dumas angestellt. Tabelle I enthält die Resultate. Bei der befriedigenden Uebereinstimmung der Resultate glaubte ich namentlich, da die untersuchten Bacterien s. u. in ihrer Zusammensetzung grosse Uebereinstimmung zeigten, von weiteren Controlanalysen absehen zu können und für meine Zwecke hinreichend genau die Verwendbarkeit der Kjeldahl'schen Methode dargethan zu haben.

Tabelle I.  
Stickstoffbestimmung nach

	Kjeldahl		Will-Varrentrapp		Dumas	Differenz gegenüber	
						Will-Varrentrapp	Dumas
Bacteriengemisch	11,75 11,95	11,85	11,24 11,55	11,40		+ 0,45	
Nr. 28 auf 5% Traubenzuckeragar	9,40 9,48	9,44	9,23 9,34	9,28	9,91	0,16	- 0,47
Pfeiffer's B. auf 5% Peptonagar	11,51 11,81	11,66			12,14		- 0,48
Rhinosklerem-B. auf 5% Traubenzuckeragar	9,75 9,74 10,29	9,93	9,87 10,00	9,93		+ 0,00	

I. 0,233 g Substanz geben nach Will-Varrentrapp 0,0262 g N, 0,201 g Substanz geben nach Will-Varrentrapp 0,0232 g N; 0,1838 g geben nach Kjeldahl 0,0216 g N, 0,1782 g geben nach Kjeldahl 0,0213 g N.

II. 0,1609 g geben nach Will-Varrentrapp 0,0148 g N, 0,1706 g geben nach Will-Varrentrapp 0,0159 g N; 0,1983 g geben nach Kjeldahl 0,1863 g N, 0,2707 g geben nach Kjeldahl 0,0256 g N, 0,3740 g geben 32,4 ccm N bei 745,8 und 15,8°.

III. 0,3473 g geben nach Kjeldahl 0,0400 g N, 0,2470 g geben nach Kjeldahl 0,0292 g N, 0,3290 g geben 35,0 ccm N bei 746,0 und 15°.

IV. 0,1778 g geben nach Will-Varrentrapp 0,0175 g N, 0,1512 g geben nach Will-Varrentrapp 0,0151 g N; 0,1758 g geben nach Kjeldahl 0,0171 g N, 0,1785 g geben nach Kjeldahl 0,0184 g N, 0,2496 g geben nach Kjeldahl 0,0243 g N.

1) a. a. O.

Aus dem gefundenen Gesamtstickstoff berechnete ich durch Multiplication mit 6,25 die Stickstoffsubstanzen.

Um den Fettgehalt der Bacterien zu bestimmen, verwendete ich Soxhlets-Apparate mit angeschliffenen Kölbchen und Helmen für die Kugelhühler. Es wurde so jedes Extrahiren von in Aether löslichen Substanzen aus den Korken vermieden. Ich konnte selbst bei vielstündigem Extrahiren eine nennenswerthe Zunahme der Kölbchen nicht constatiren. In der Regel waren die »Bacterienfette« in 11—14 Stunden ausgezogen. Ich habe mich jedoch in jedem einzelnen Falle durch Controlwiegungen von der Beendigung der Extraction überzeugt.

Ich bemerke hiebei gleich, dass die extrahirte Masse ein durchaus fettartiges Ausschen besass. Die Farbe war fast weiss, manchmal leicht gelblich; der Schmelzpunkt verhältnismässig niedrig, jedenfalls soweit ich beobachten konnte nicht viel über 40°. Um genauere Reactionen anzustellen, eventuell von Lecithin und Cholesterin zu trennen, fehlte es mir an Material.

Es hätte nahe gelegen, dieselben Apparate auch zur Bestimmung des Alkoholauszuges zu benützen. Doch liess die grosse Zerbrechlichkeit derselben namentlich bei hohen Temperaturen den Verlust zahlreicher Analysen befürchten. Einen Umstand, den ich bei der manchmal recht geringen Menge von Material, das mir zu Gebote stand und bei der mühsamen Gewinnung desselben, möglichst zu vermeiden bestrebt war. Ich verfuhr daher so, dass ich die zu extrahirende Substanz mit 2 verschiedenen, zur Menge Substanz in demselben Verhältnis stehenden Portionen Alkohol je 1 Stunde am Rückflusskühler kochte, den Alkohol verjagte und den Rückstand zur Wiegung brachte. Bei reichlich bemessener Menge Alkohol konnte ich mich überzeugen, dass die Hauptmasse Extract bei dem erstmaligen Kochen ausgezogen wurde. War auch nicht zu erwarten, dass alles in Alkohol Lösliche extrahirt wurde, so wurden doch bei genau gleichmässigem Arbeiten unter einander vergleichbare Resultate erzielt. Es liess sich nun nicht vermeiden, dass auf diese Weise eine nicht unbeträchtliche Menge Aschebestandtheile mit ausgezogen wurden. Ich habe dieselben als Differenz zwischen

Gesamttaschegehalt und Aschegehalt der mit Alkohol und Aether extrahirten Masse in Rechnung gebracht.

**Die Ernte und ihre Schwankungen bei Wachsthum auf den verschiedenen Nährmedien.**

Wie wohl ich anfangs beabsichtigt hatte, in jedem einzelnen Fall und für jeden Nährboden den Wassergehalt der abgeernteten Bacterienmasse genau zu bestimmen, um so weitere Beweise beizubringen für die von mir anderorts constatirte Thatsache<sup>1)</sup>, dass der Trockengehalt der Bacterien abhängig ist von demjenigen des Nährmaterials, musste ich doch darauf verzichten, da die grosse Anzahl Platten es unmöglich machte, genaue Resultate zu erhalten. Wurden die Platten unmittelbar aus dem Thermostaten entnommen und die Bacterienmasse noch warm abgestreift, dann verdunstete, da das Abstreifen immerhin einige Zeit beanspruchte, rasch Wasser und ich erhielt einen zu hohen Trockengehalt. Liess ich umgekehrt die Platten in den feuchten Kammern sich abkühlen, dann fand Condensation von Wasserdampf statt, und ich erhielt die Trockensubstanz zu gering.

Bei dem Pfeiffer'schen Kapselbacillus habe ich durch besondere Versuche mit einer möglichst geringen Anzahl Platten den Trockengehalt bei Wachsthum auf gewöhnlichem Agar bestimmt.

Beistehende Tabelle enthält die Resultate Pfeiffer's Kapselbacillus auf gewöhnlichem Agar-Agar.

% Trockensubstanz:

12,24

12,10

12,56

11,23\*

12,08

13,55\*

Mittel 12,29 = 87,71% mittlerer Wassergehalt.

Wie man sieht, sind die Schwankungen, trotzdem in zwei mit \* bezeichneten Fällen neues Agar-Agar verwendet wurde, sehr

1) Cramer, a. a. O.

gering. Ich möchte diese Zahlen als eine Stütze ansehen für das wohl nicht durch besondere Versuche zu beweisende Axiom, dass Bacterien bei nahezu gleicher Aussaat, bei derselben nicht zu langen Wachstumsdauer, auf demselben Nährmaterial und bei ein und derselben constanten Temperatur auch eine nahezu constante Zusammensetzung besitzen.

Die übrigen Bacterien: Nr. 28, der Pneumonie- und Rhinoklerombacillus verhielten sich rücksichtlich ihres Wassergehaltes, soweit ich aus den mir vorliegenden, jedoch nicht ausreichend exact genügen Zahlen ersehe, bei Wachstum auf gewöhnlichem Agar ähnlich wie der Pfeiffer'sche Kapselbacillus.

Wenn das soeben ausgesprochene Princip, dass sich durch geeignete Cautelen Bacterienmassen von nahezu constanter Zusammensetzung gewinnen lassen zu Recht besteht, dann mussten auch die Trockensubstanzen der Ernten jedes einzelnen Bacillus bis zu einem gewissen Grade constante Zahlen aufweisen. Tabelle II auf Seite 169 gibt darüber Aufschluss.

Wie man sieht zeigen die Zahlen eine für derartige Versuche hinreichende Uebereinstimmung.

Gewisse Schwankungen, die bestehen, liegen in den unvermeidlichen Fehlern des Versuches. Einmal war es nicht möglich, die Oberfläche immer genügend gleichmässig zu gestalten, da ich Platten ohne Emailrand verwendete und es lediglich Sache der Uebung war die Platten möglichst gleich gross zu giessen. Dann war die Aussaat auch nicht immer ganz gleichmässig; wenn auch wohl an der Platinrolle eine nahezu gleiche Menge Flüssigkeit halten blieb, so war es doch schwierig, die Bacterienemulsion immer gleichmässig genug herzustellen. Selbst wenn, wie ich es gethan habe, zur Aussaat immer dieselbe Platinöse und Culturen gleichen Alters benützte. Eine letzte Fehlerquelle lag endlich in der nicht immer ganz zu vermeidenden Luftinfection. Wurden aus diesem Grunde ein oder mehrere Platten ausgeschaltet, dann wurde natürlich die gesammte Bacterienernte kleiner, alle übrigen Versuchsfehler grösser. Oft war es auch nicht möglich den Ausfall genau abzuschätzen, wenn einzelne kleine Flecken der Platten inficirt waren. Diese

Luftinfectionen sind auch die Ursache, warum ich mich trotz zahlreicher Versuche, recht oft mit nur wenigen Zahlen über den Ernteertrag begnügen musste.

Tabelle II.  
Ernteertrag.

	1% Pepton	5% Pepton	5% Trauben- zucker
Pfeiffer's B. . . . .	0,677	1,274	0,753
	0,810	1,251	0,603
		1,245	0,635
		1,092	0,711
		1,056	
Mittel	0,744	1,153	0,676
Relative Zahlen	110	171	100
Nr. 28 . . . . .	0,554	1,099	1,348
	0,551	0,748	1,715
	0,415	0,996	1,642
		0,716	1,097
		0,811	
Mittel	0,504	0,874	1,451
Relative Zahlen	100	173	288
Pneumonie-B. . . . .	0,397	0,829	0,888
	0,326	0,783	0,834
	0,394	0,596	0,849
	0,466	0,670	0,901
	0,422		0,778
Mittel	0,402	0,719	0,850
Relative Zahlen	100	179	211
Rhinosklerom-B. . . . .	0,475	0,742	1,122
	0,351	0,842	1,061
	0,513	0,712	0,716
			0,906
			1,101
Mittel	0,442	0,765	0,982
Relative Zahlen	100	173	222

Wie nun weiter aus der Tabelle hervorgeht, ist der Ernteertrag an Trockensubstanz sowohl bei den einzelnen Bacterien als auch bei den verschiedenen Nährmedien durchaus kein gleichmässiger. Es kommen vielmehr beträchtliche Schwankungen vor, die weit ausserhalb der Grenzen der soeben besprochenen Fehlerquellen liegen. Da nun gleichzeitig mit dem höheren Ernteertrag makroskopisch wie mikroskopisch stets üppigeres Wachstum zu constatiren war, so glaube ich in den Zahlen der mittleren Werthe der Tabelle und namentlich in den relativen Zahlen einen guten Maassstab zu finden für dies mehr oder minder üppige Wachstum der uns beschäftigenden Bacterien. Sehen wir von den Zahlen, die für den Pfeiffer'schen Kapselbacillus bei Wachstum auf gewöhnlichem Agar-Agar gegeben sind, weil sie zu wenig Versuchen entsprechen, als zu wenig beweiskräftig ab, dann finden wir, dass die 3 andern Bacterien der Bac. Nr. 28, des Pneumonie- und Rhinosklerombacillus auf demselben Nährmaterial einen ziemlich gleichmässigen Ernteertrag lieferten, dabei auf dem Traubenzuckeragar weitaus am üppigsten (2 — fast 3 mal so üppig) wuchsen, wie auf dem gewöhnlichen Agar und jedenfalls noch bedeutend besser gediehen, als auf dem 5% Peptonagar, welches sich immerhin noch etwas geeigneter erwies zur Erzielung einer guten Ernte, als das gewöhnliche. Wesentlich anders verhielt sich der Pfeiffers'che Kapselbacillus, welcher offenbar auf 5% Peptonagar die besten Ernährungsbedingungen fand, während er sich auf den anderen Nährmedien weniger gut entwickelte.

Bei den drei erstgenannten Bacterien dürfte der verschiedene Ernteertrag, abgesehen von der specifischen Wachstumsenergie — dem quantitativen Wahlvermögen von Kappes der Bacterien bedingt sein durch den verschiedenen Concentrationsgrad der jedesmal zur Aussaat verwendeten Menge Nährmaterial. Das 1% Peptonagar besass einen Trockengehalt von rund 3,1% des 5% Traubenzuckeragar von 7,9%, des 5% Peptonagar von 6,7%. Wir haben also:

	1% Pepton	5% Pepton	5% Traubenzuckeragar
Concentrationsgrad des Nährbodens	100	212	245

	1% Pepton	5% Pepton	5% Traubenzuckeragar
Ernteertrag Nr. 28 . . . . .	100	173	288
Pneumonie-B. . . . .	100	179	211
Rhinosklerom-B. . . . .	100	173	222.

Wie man sieht, ist die Uebereinstimmung eine nur sehr bedingte. Jedenfalls spielt das spezifische Wachstumsvermögen der Bacterien, d. h. die verschiedene Säure oder Alkaliproduktion, die verschiedene Durchtränkung der Nährmedien mit entwickelungshemmenden Stoffwechselproducten etc., eine Rolle.

Die procentische Ausnutzung des Nährbodens war, soweit bei unsern Versuchen, bei welchen eine Berücksichtigung der gasförmigen Zersetzungsproducte und des verbrauchten Nährmaterials nicht stattfand, überhaupt von einer annähernd genauen Berechnung die Rede sein kann, sehr gering; sie betrug im Maximum nur etwa 7,5%, im Minimum sogar nur 4,4%. Wenn diese Zahlen auch nur einen geringen Anspruch auf Giltigkeit haben, so sind sie doch immerhin geeignet, gewisse übertriebene Vorstellungen von dem unbegrenzten Wachstumsvermögen der Bacterien in das richtige Licht zu stellen.

### Resultate der Analysen.

Tabelle I.

Pfeiffer's Kapselbacillus auf gewöhnlichem Agar.

N-Bestimmung:

$$I = 10,61\%$$

$$II = 10,69\%$$

$$\text{Mittel} = 10,65\% \text{ N} = 66,56\% \text{ Stickstoffsubstanz.}$$

	I	II	Mittel
Aetherextract	3,70	3,68	3,69%
Alkoholextract	16,13	12,13 <sup>1)</sup>	14,13%
Summe	19,83	15,81	17,82%.

1) Die geringe Uebereinstimmung in den beiden Controlbestimmungen des Alkoholextractes ist in erster Linie dadurch bedingt, dass beim Verdampfen des Alkohols flüchtige aromatische Substanzen ungleichmässig verdunsteten. Es füllte sich oft das ganze Laboratorium mit einem eigenthümlichen wohlriechenden Körper an.

	I	II	Mittel
Asche	12,28	12,83	12,56 %.
Stickstoffsubstanz	.	66,56 %	
Aetheralkoholextract		17,82 %	
Asche	. . . . .	12,56 %	
	Summe	96,94 %	
	Nicht bestimmbarer Rest	3,06 %.	

Elementare Zusammensetzung:

	I	II	Mittel
C	51,32	51,52	51,42 %
H	7,27	7,35	7,31 %
N	12,18	12,23	12,18 %.

I. 0,2758 g Substanz geben 0,0102 g Aetherextract, 0,0596 g Alkohol-extract; 0,1846 g der extrahirten Masse geben 0,0155 g Asche.

II. 0,2714 g Substanz geben 0,0100 g Aetherextract, 0,0470 g Alkohol-extract; 0,2070 g der extrahirten Masse geben 0,0193 g Asche.

I. 0,3093 g Substanz (aschefrei) geben 0,5815 g CO<sub>2</sub> = 0,1587 g C, 0,2025 g H<sub>2</sub>O = 0,0225 g H; 0,3526 g Substanz geben 0,0433 g Asche.

II. 0,1712 g Substanz (aschefrei) geben 0,3231 g CO<sub>2</sub> = 0,0882 g C und 0,1132 g H<sub>2</sub>O = 0,0126 g H; 0,1964 g Substanz geben 0,0252 g Asche.

N-Bestimmung nach Kjeldahl:

I. 0,2087 g Substanz geben 0,0221 g N.

II. 0,2020 g Substanz geben 0,216 g N.

Tabelle II.

Pfeiffer's Kapselbacillus auf 5% Peptonagar.

N-Bestimmung:

I = 11,51 %

II = 11,81 %

Mittel = 11,66 % = 72,87 % Stickstoffsubstanz.

	I	II	Mittel
Aetherextract	2,45	2,28	2,37 %
Alkoholextract	11,59	12,94	12,26 %
Summe	14,04	15,32	14,63 %.
	I	II	Mittel
Asche	9,09	9,11	9,10 %
Stickstoffsubstanz	.	72,87 %	
Aetheralkoholextract		14,63 %	
Asche	. . . . .	9,10 %	
	Summe	96,60 %	
	Nicht bestimmbarer Rest	3,40 %	

Elementare Zusammensetzung:

	I	II	Mittel
C	51,14	50,63	50,89%
H	6,67	6,51	6,59%
N	12,66	13,10	12,88%.

I. 0,4906 g Substanz geben 0,6120 g Aetherextract und 0,0735 g Alkohol-extract 0,3545 g der extrahirten Masse geben 0,0245 g Asche.

II. 0,4468 g Substanz geben 0,0102 g Aetherextract und 0,0718 g Alko-holextract; 0,2833 g extrahirten Masse geben 0,0207 g Asche.

I. 0,3019 g Substanz (aschefrei) geben 0,5656 g CO<sub>2</sub> = 0,1544 g C und 0,1811 g H<sub>2</sub>O = 0,0201 g H; 0,3424 g geben 0,0302 g Asche.

II. 0,3112 g Substanz (aschefrei) geben 0,5770 g CO<sub>2</sub> = 0,1575 g C und 0,1822 g H<sub>2</sub>O = 0,0202 g H; 0,3424 g geben 0,03012 g Asche.

N-Bestimmung nach Kjeldahl:

I. 0,3473 g Substanz geben 0,0400 g N.

II. 0,2470 g Substanz geben 0,0292 g N.

Tabelle III.

Pfeiffer's Kapselbacillus auf 5% Traubenzuckeragar.

N-Bestimmung:

I = 8,50%

II = 8,68%

Mittel = 8,59% = 53,69% Stickstoffsubstanz.

	I	II	Mittel
Aetherextract	4,37	3,99	4,16%
Alkoholextract	21,94	17,79	19,87%*
Summe	26,26	21,78	24,03%.
	I	II	Mittel
Asche	8,97	9,29	9,13%.
Stickstoffsubstanz			53,69%
Aetheralkoholextract			24,03%
Asche			9,13%
Summe			86,85%
Nicht bestimmbarer Rest			13,15%.

Elementare Zusammensetzung:

	I	II	III	IV	Mittel
C	49,14	50,05	49,23	48,93	49,44%
H	6,62	6,27	6,53	6,64	6,52%
N	9,35	9,53	—	—	9,44%.

\* S. S. 171 Anmerkung.

I. 0,2886 g geben 0,0116 g Aetherextract, 0,0724 g Alkoholextract;  
0,1000 g extrahierte Masse geben 0,0060 g Asche.

II. 0,2806 g geben 0,0112 g Aetherextract, 0,0608 g Alkoholextract;  
0,1699 g extrahierte Masse geben 0,0120 g Asche.

I. 0,2901 g Substanz (aschefrei) geben 0,5222 g CO<sub>2</sub> = 0,1426 g C und  
0,1728 g H<sub>2</sub>O = 0,0192 g H; 0,3187 g geben 0,0286 g Asche.

II. 0,2637 g Substanz (aschefrei) geben 0,4835 g CO<sub>2</sub> = 0,1320 g C und  
0,1488 g H<sub>2</sub>O = 0,01653 g H; 0,2907 g geben 0,0270 g Asche.

I. 0,2700 g Substanz geben 0,023 mg N.

II. 0,2083 g Substanz geben 0,018 mg N.

Tabelle IV.

Nr. 28 auf gewöhnlichem Agar.

N-Bestimmung:

I = 11,45%

II = 12,02%

III = 11,60%

Mittel = 11,69% = 73,06% Stickstoffsubstanz.

	I	II	Mittel
Aetherextract	2,38	2,66	2,52%
Alkoholextract	14,87	13,89	14,38%
Summe	17,25	16,55	16,90%.

	I	II	Mittel
Asche	11,27	11,57	11,42%.
Aetheralkoholextract		16,90%	
Stickstoffsubstanz		73,06%	
Asche		11,42%	

Summe 101,38%.

Elementare Zusammensetzung:

	I	II	Mittel	III
C	51,63	51,92	51,72%	—
H	7,28	7,35	7,32%	—
N	12,93	13,57	13,20%	13,10.

I. 0,3568 g Substanz geben 0,0085 g Aetherextract, 0,0641 g Alkohol-  
extract.

II. 0,3386 g Substanz geben 0,0090 g Aetherextract, 0,0575 g Alkohol-  
extract; 0,1883 g der extrahierten Masse geben 0,0195 g Asche.

I. 0,1882 g Substanz (aschefrei) geben 0,3560 g CO<sub>2</sub> = 0,0972 g C und  
0,1133 g H<sub>2</sub>O = 0,0137 g H; 0,2121 g Substanz geben 0,0239 g Asche.

II. 0,1568 g Substanz (aschefrei) geben 0,2982 g CO<sub>2</sub> = 0,0814 g C und  
0,1037 g H<sub>2</sub>O = 0,0115 g H; 0,1773 g Substanz geben 0,0205% Asche.

N-Bestimmung nach Kjeldahl:

- I. 0,1486 g geben 0,01701 g N.
- II. 0,2010 g geben 0,0242 g N.
- III. 0,1722 g geben 0,0200 g N.

Tabelle V.

Nr. 28 auf 5% Peptonagar.

N-Bestimmung:

	I = 12,82%		
	II = 12,66%		
	Mittel = 12,74%	= 79,63%	Stickstoffsubstanz.
	I	II	Mittel
Aetherextract	3,40	3,33	3,37%
Alkoholextract	15,41	13,50	14,46%
Summe	18,81	16,83	17,83%
	I	II	Mittel
Asche	7,89	7,69	7,79%.
Stickstoffsubstanz		79,63%	
Aetheralkoholextract		17,83%	
Asche		7,79%	
		Summe 105,25% <sup>1)</sup> .	

Nicht bestimmbarer Rest.

Elementare Zusammensetzung:

	I	II	Mittel
C	49,83	51,11	50,47%
H	7,02	6,52	6,77%
N	13,90	13,78	13,82%.

I. 0,5550 g Substanz geben 0,0189 g Aetherextract, 0,0954 g Alkohol-extract.

II. 0,5768 g Substanz geben 0,0192 g Aetherextract, 0,0882 g Alkohol-extract; 0,6009 g der extrahirten Masse geben 0,0447 g Asche.

I. 0,3399 g Substanz (aschefrei) geben 0,6093 g CO<sub>2</sub> = 0,1664 g C und 0,2120 g H<sub>2</sub>O = 0,0236 g H; 0,3625 g Substanz geben 0,0286 g Asche.

II. 0,3012 g Substanz (aschefrei) geben 0,5638 g CO<sub>2</sub> = 0,1539 g C und 0,1769 g H<sub>2</sub>O = 0,0196 g H; 0,3263 g Substanz geben 0,0251 g Asche.

1) Das um rund 5% zu hohe Gesamtergebnis dürfte dadurch bedingt sein, dass sich ähnlich wie bei dem Mykroprotein Nencki's eiweissartige Substanzen in Alkohol lösten und so theilweise doppelt berechnet wurden.

Tabelle VI.

Nr. 28 auf 5% Traubenzuckeragar.

N-Bestimmung:

I = 9,40%

II = 9,48%

Mittel = 9,41% = 59,00% N Substanz.

	I	II	Mittel
Aetherextract	6,09	8,50	7,30%
Alkoholextract	12,29	9,93	11,10%
Summe	18,38	18,43	18,41%.

	I	II	Mittel
Asche	8,90	9,49	29,0%.

Aetheralkoholextract 18,41%

Stickstoffsubstanz . 59,00%

Asche . . . . . 9,20%

Summe 84,61%

Nicht bestimmbarer Rest 15,39%.

Elementare Zusammensetzung:

	I	II	Mittel
C	50,45	50,20	50,33%
H	6,99	6,60	6,79%
N	10,35	10,44	10,44%.

I. 0,3418 g Substanz geben 0,0208 g Aetherextract, 0,0544 g Alkoholextract; 0,1582 g der extrahierten Masse geben 0,0113 g Asche.

II. 0,3764 g geben 0,0320 g Aetherextract und 0,0510 g Alkoholextract 0,2919 g der extrahierten Masse geben 0,0209 g Asche.

I. 0,2682 g Substanz (aschefrei) geben 0,4956 g CO<sub>2</sub> = 0,1353 g C und 0,1688 g H<sub>2</sub>O = 0,0187 g H; 0,2944 g Substanz geben 0,0262 g Asche.

II. 0,2756 g Substanz (aschefrei) geben 0,5068 g CO<sub>2</sub> = 0,1384 g C und 0,1628 g H<sub>2</sub>O = 0,0182 g H; 0,3045 g Substanz geben 0,0289 g Asche.

N-Bestimmung nach Kjeldahl:

I. 0,1983 g Substanz geben 0,0186 g N.

II. 0,2707 g Substanz geben 0,0257 g N.

N-Bestimmung nach Will-Varrentrapp:

I. 0,1609 g Substanz geben 0,0149 g N.

II. 0,1706 g Substanz geben 0,0159 g N.

Tabelle VII.

Pneumonie auf gewöhnlichem Agar.

N-Bestimmung:

$$I = 11,53\%$$

$$II = 11,42\%$$

$$\text{Mittel} = 11,48\% = 71,75 \text{ Stickstoffsubstanz.}$$

	I	II	Mittel
Aetherextract	3,28	3,78	3,53%
Alkoholextract	7,23	6,23	6,73%
Summa	10,51	10,01	10,26%.
Asche	13,96	13,92	13,94%.
Stickstoffsubstanz		71,75%	
Aetheralkoholextract		10,26%	
Asche		13,94%	
Summe		95,95%.	

Nicht bestimmbarer Rest 5,05%.

Elementare Zusammensetzung:

	I	II	Mittel
C	51,22	50,68	50,95%
H	7,18	7,17	7,18%
N	13,40	13,15	13,28%.

I. 0,4439 g Substanz geben 0,0146 g Aetherextract, 0,0535 g Alkohol-extract; 0,3758 g der extrahirten Masse geben 0,0405 g Asche.

II. 0,3940 g Substanz geben 0,0149 g Aetherextract, 0,0438 g Alkohol-extract; 0,3331 g der extrahirten Masse geben 0,0354 g Asche.

I. 0,2022 g Substanz (aschefrei) geben 0,3793 g CO<sub>2</sub> = 0,1035 g C und 0,1307 g H<sub>2</sub>O = 0,0145 g H; 0,2350 g geben 0,0328 g Asche.

II. 0,2059 g Substanz geben 0,3822 g CO<sub>2</sub> = 0,1043 g C und 0,1317 g H<sub>2</sub>O = 0,0146 g H; 0,2392 g Substanz geben 0,0333 g Asche.

N-Bestimmung nach Kjeldahl:

I. 0,1896 g Substanz geben 0,0219 g N.

II. 0,1726 g Substanz geben 0,0197 g N.

Tabelle VIII.

Pneumonie auf 5% Peptonagar.

N-Bestimmung:

$$I = 12,82\%$$

$$II = 12,72\%$$

$$\text{Mittel} = 12,77\% = 79,80\% \text{ Stickstoffsubstanz.}$$

	I	II	Mittel
Aetherextract	2,85	2,22	2,54%
Alkoholextract	—	8,74	8,74%
Summe	—	10,96	11,28%.
	I	II	Mittel
Asche	10,42	10,30	10,36%.
Stickstoffsubstanz	. 79,80%		
Aetheralkoholextract	11,28%		
Asche	. . . . . 10,36%		
Summe	101,41%		
Nicht bestimmbarer Rest	1,44%.		

Elementare Zusammensetzung:

	I	II	Mittel
C	51,46	51,27	51,37%
H	6,31	7,10	6,71%
N	14,30	14,19	14,25%

I. 0,5482 g Substanz geben 0,0156 g Aetherextract.

II. 0,5596 g Substanz geben 0,0124 g Aetherextract, 0,0688 g Alkoholextract; 0,04771 g der extrahirten Masse geben 0,0380 g Asche.

I. 0,1436 g Substanz (aschefrei) geben 0,2707 g CO<sub>2</sub> = 0,0739 g C und 0,0817 g H<sub>2</sub>O = 0,0091 H; 0,1603 g Substanz geben 0,0167 g Asche.

II. 0,2395 g Substanz (aschefrei) geben 0,4498 g CO<sub>2</sub> = 0,1228 g C und 0,1530 g H<sub>2</sub>O = 0,0170 g H; 0,2670 g Substanz geben 0,0275 g Asche.

N-Bestimmung nach Kjeldahl:

I. 0,2170 g Substanz geben 0,0278 g N.

II. 0,2441 g Substanz geben 0,0311 g N.

Tabelle IX.

Pneumonie auf 5% Traubenzuckeragar.

N-Bestimmung:

I = 10,22%

II = 10,14%

Mittel = 10,18% = 63,62% Stickstoffsubstanz.

	I	II	Mittel
Aetherextract	5,03	4,45	4,74%
Alkoholextract	20,52	16,37*	18,44%
Summe	25,55	20,82*	22,68%.

\* S. S. 171 Anmerkung.

	I	II	Mittel
Asche	8,06	7,70	7,88%
Stickstoffsubstanz	.	63,62%	
Aetheralkoholextract		22,68%	
Asche	.	.	<u>7,88%</u>
Summe			94,18%
Nicht bestimmbarer Rest			5,82%.

Elementare Zusammensetzung:

	I	II	Mittel
C	50,87	50,23	50,55%
H	7,02	6,81	6,92%
N	11,09	11,01	11,05%.

I. 0,2684 g Substanz geben 0,0135 g Aetherextract. 0,0646 g Alkohol-extract; 0,1770 g der extrahirten Masse geben 0,0108 g Asche.

II. 0,3283 g Substanz geben 0,0156 g Aetherextract, 0,0666 g Alkohol-extract; 0,3188 g der extrahirten Masse geben 0,0118 g Asche.

I. 0,2853 g Substanz (aschefrei) geben 0,5316 g CO<sub>2</sub> = 0,1451 g C und 0,1802 g H<sub>2</sub>O = 0,02007 g H; 0,3013 g Substanz = 0,0250 g Asche.

II. 0,2412 g Substanz (aschefrei) geben 0,4438 g CO<sub>2</sub> = 0,1212 g C und 0,1478 g H<sub>2</sub>O = 0,01692 g H; 0,2610 g geben 0,0201 g Asche.

Tabelle X.

Rhinosklerom auf gewöhnlichem Agar.

N-Bestimmung:

	I = 10,89%		
	II = 10,99%		
Mittel	= 10,94%	= 68,37%	Stickstoffsubstanz.
	I	II	Mittel
Aetherextract	3,35	3,80	3,58%
Alkoholextract	7,08	7,97	7,53%
Summe	10,43	11,77	11,11%.
	I	II	Mittel
Asche	12,89	14,01	13,45%.
Stickstoffsubstanz	.	68,37%	
Aetheralkoholextract		11,11%	
Asche	.	.	<u>13,45%</u>
Summe			92,93%.
Nicht bestimmbarer Rest			7,07%.

Elementare Zusammensetzung:

	I	II	Mittel
C	51,28	51,10	51,19%
H	7,47	7,32	7,40%
N	12,57	12,69	12,63%

I. 0,3436 g Substanz geben 0,0115 g Aetherextract und 0,0400 g Alkohol-extract; 0,2960<sup>1)</sup> g der extrahierten Masse = 0,0309 g Asche.

II. 0,3370 g Substanz geben 0,0128 g Aetherextract, 0,0444 g Alkohol-extract; 0,2813 g der extrahierten Masse = 0,0279 g Asche.

I. 0,1424 g (aschefrei) geben 0,2675 g CO<sub>2</sub> = 0,0730 g C und 0,0957 g H<sub>2</sub>O = 0,0106 g H; 0,1656 g geben 0,0232 g Asche.

II. 0,1528 g Substanz (aschefrei) = 0,2860 g CO<sub>2</sub> = 0,0781 g C und 0,1007 g H<sub>2</sub>O = 0,0111 g H; 0,1754 g geben 0,0266 g Asche.

N-Bestimmung nach Kjeldahl:

I. 0,1612 g geben 0,0176 g N.

II. 0,2310 g geben 0,0254 g N.

Tabelle XI.

Rhinosklerom auf 5% Peptonagar.

N-Bestimmung:

$$I = 12,07\%$$

$$II = 12,33\%$$

$$\text{Mittel} = 12,20\% = 76,25\% \text{ Stickstoffsubstanz.}$$

	I	II	Mittel
Aetherextract	3,35	3,84	3,60%
Alkoholextract	5,67	5,25	5,46%
Summe	9,02	9,09	9,06%

	I	II	Mittel
Asche	9,23	9,43	9,33%

Stickstoffsubstanz . 76,25%

Aetheralkoholextract . 9,06%

Asche . . . . . 9,33%

Summe 94,64%.

1) Die scheinbare Zunahme nach Alkohol- und Aetherextraction beruht auf Cellulosefasern, welche beim Entfernen der extrahierten Bakterienmasse vom Filter abgestreift wurden.

Elementare Zusammensetzung:

	I	II	Mittel
C	51,72	51,90	51,81%
H	7,50	7,48	7,49%
N	13,31	13,60	13,46%.

I. 0,4480 g Substanz geben 0,0150 g Aetherextract, 0,0332 g Alkohol-extract; 0,3933 g der extrahirten Masse geben 0,0291 g Asche.

II. 0,5393 g Substanz geben 0,0207 g Aetherextract, 0,0376 g Alkohol-extract; 0,4883 g<sup>1)</sup> der extrahirten Substanz geben 0,0361 g Asche.

I. 0,2841 g Substanz (aschefrei) = 0,5382 g CO<sub>2</sub> = 0,1469 g C und 0,1908 g H<sub>2</sub>O = 0,0213 g H; 0,3130 g geben 0,0289 g Asche

II. 0,1891 g Substanz (aschefrei) geben 0,3595 g CO<sub>2</sub> = 0,0982 g C und 0,1273 g H<sub>2</sub>O = 0,01414 g H; 0,2082 g Substanz geben 0,0197 g Asche.

Tabelle XII.

Rhinosklerom auf 5% Traubenzuckeragar.

N-Bestimmung:

I = 9,75% N

II = 10,29% N

III = 9,74% N

Mittel = 9,93% N = 62,06% Stickstoffsubstanz.

	I	II	Mittel
Aetherextract	6,52	8,51	7,52%
Alkoholextract	13,38	11,57	12,48%
Summe	19,90	20,08	19,99%.
	I	II	Mittel
Asche	9,52	9,36	9,44%
Stickstoffsubstanz			62,06%
Aetheralkoholextract			19,99%
Asche			9,44%
Summe			91,49%.

Nicht bestimmbarer Rest 8,51%.

Elementare Zusammensetzung:

	I	II	Mittel	III
C	50,00	50,66	50,33%	
H	6,57	6,90	6,76%	
N	10,77	11,34	10,96%	10,76.

1) S. S. Anmerkung.

I. 0,3894 g Substanz geben 0,0254 g Aetherextract, 0,0670 g Alkohol-extract; 0,1498 g der extrahirten Masse geben 0,011 g Asche.

II. 0,4256 g Substanz geben 0,0362 g Aetherextract, 0,0640 g Alkohol-extract; 0,3305 g<sup>1</sup>) der extrahirten Masse geben 0,0257 g Asche.

I. 0,2054 g Substanz (aschefrei) geben 0,3762 g CO<sub>2</sub> = 0,1029 g C und 0,1214 g H<sub>2</sub>O = 0,01349 H; 0,3270 g geben 0,0216 g Asche.

II. 0,2508 g Substanz (aschefrei) geben 0,4654 g CO<sub>2</sub> = 0,12705 g C und 0,1572 g H<sub>2</sub>O = 0,0175 g H; 0,2767 g Substanz geben 0,0259 g Asche.

Ich komme nunmehr zur Betrachtung der Resultate der Analysen, wie sie durch die Analysen Tabelle I—XII gegeben werden.

Um sich die Uebersicht zu erleichtern, wird man gut thun zu unterscheiden zwischen physiologischer und elementarer Zusammensetzung der Bacterien. Wenn auch die physiologische Zusammensetzung, deren grosse Bedeutung in die Augen springt, als naturgemässes Ziel die Isolirung und Reindarstellung aller Körper, die den Zellenleib bilden, vor allem die genaue Charakterisirung der Eiweisskörper verfolgen muss, so müssen wir uns doch angesichts des geringen zu Gebote stehenden Materiales und der schwierigen Beschaffung desselben mit der Isolirung von einzelnen Gruppen: Eiweisskörper, Extractivstoffe incl. Fettkörper, Aschebestandtheile begnügen. Immerhin wird, selbst unter so bescheidenen Voraussetzungen, es möglich sein z. Th. nicht unwichtige Aufschlüsse über noch dunkle Gebiete der Biologie der Bacterien zu erhalten.

Von geringerer Wichtigkeit ist die elementare Zusammensetzung des Bacterienleibes. Ihre Kenntnis wird nur da von Nutzen sein, wo der Zellenleib vorwiegend aus einem einheitlichen Körper besteht und dadurch die Zusammensetzung wesentlich beeinflusst. So wird es möglich sein, da wo die Stickstoffsubstanzen in den Vordergrund treten, dieselben auf Grund der elementaren Zusammensetzung mit den wirklichen Eiweisskörpern in Parallele zu stellen.

Ein Blick auf die beiden Generaltabellen, welche ich zur bequemeren Uebersicht aufgestellt habe, bestätigt die bereits früher von mir aufgestellte Vermuthung, dass von einer typischen Zusammensetzung sogar ein und desselben

Bacillus, sowohl was die Stickstoffsubstanzen, als die Extractivstoffe und die organischen Substanzen angeht, nicht die Rede sein, dass vielmehr beträchtliche Schwankungen je nach der Natur des Nährbodens, auf dem der Spaltpilz gewachsen, vorkommen, welche 35, ja sogar 100% betragen können.

Tabelle III.

Bacillus	Stickstoffsubstanz			Aether Alkohol-extract			Asche		
	1%	5%	5%	1%	5%	5%	1%	5%	5%
	Pepton	Pepton	Trauben-zucker	Pepton	Pepton	Trauben-zucker	Pepton	Pepton	Trauben-zucker
Pfeiffer's B. . . .	66,6	70,0	53,7	17,7	14,63	24,0	12,56	9,10	9,13
Nr. 28 . . . . .	73,1	79,6	59,0	16,9	17,83	18,4	11,42	7,79	9,20
Pneumonie-B. . . .	71,7	79,8	63,6	10,3	11,28	22,7	13,94	10,36	7,88
Rhinosklerom-B. . .	68,4	76,2	62,1	11,1	9,06	20,0	13,45	9,33	9,44

Tabelle IV.

Bacillus	1% Pepton			5% Pepton			5% Traubenzucker		
	C	H	N	C	H	N	C	H	N
	Pfeiffer's B. . . .	51,42	7,31	12,18	50,63	6,59	12,32	49,44	6,52
Nr. 28 . . . . .	51,72	7,32	13,20	50,47	6,77	13,82	50,33	6,79	10,44
Pneumonie-B. . . .	50,95	7,18	13,28	51,37	6,71	14,25	50,55	6,92	11,05
Rhinosklerom-B. . .	51,19	7,40	12,63	51,81	7,49	13,46	50,33	6,76	10,76

Weiters ergibt sich, dass selbst so nahe verwendete Bacterien, wie die von mir untersuchten, wenn auch ihre Zusammensetzung bis zu einem gewissen Grade eine gleichmässige genannt werden, doch gewisse Unterschiede untereinander zeigen, welche eventuell zu ihrer genaueren Charakterisirung verwendet werden können.

Geradezu auffallend ist der nahezu gleiche, fast gar nicht schwankende Kohlenstoff und Wassergehalt unserer Bacterien. Ersterer beträgt rund 51%, letzterer 7%, dabei betragen die maximalen Schwankungen kaum 1 bis 2%.

**Die physiologische Breite der Eiweisschwankung bei den Bacterien.**

Nach dieser kurzen allgemeinen Uebersicht komme ich zur genaueren Besprechung der einzelnen Gruppen von Körpern, die ich wie oben angedeutet, bei den Analysen berücksichtigt habe.

Betrachten wir zunächst, weil wohl am meisten interessierend, die Stickstoffsubstanzen. Tabelle V enthält die absoluten und relativen Zahlen, innerhalb welcher sich die Schwankungen derselben bewegen. Die Grenzen sind ziemlich weite, sie betragen im Maximum 35%, im Minimum 23%, im Mittel 28%.

Tabelle V.  
**Physiologische Breite der Schwankung der Stickstoffsubstanz.**

	5% Pepton		1% Pepton		5% Traubenzucker	
	absolut %	relativ	absolut %	relativ %	absolut	relativ
Pfeiffer's B. . . . .	70,0	130	66,0	122	53,7	100
Nr. 28 . . . . .	79,6	135	73,1	125	59,0	100
Pneumonie-B. . . . .	79,8	125	71,7	113	63,6	100
Rhinosklerom-B. . . . .	76,2	123	68,4	111	62,1	100
		128		118		100

Es entstehen nun 3 Fragen: 1. War überhaupt in dem Nährboden genug Stickstoff vorhanden, um das Bedürfnis der darauf gewachsenen Bacterien unter Zugrundelegung ihres maximalen Stickstoffgehaltes zu befriedigen? 2. Können wir mit einem gewissen Recht die Stickstoffsubstanzen als Eiweisskörper betrachten? 3. Wenn dem so ist, unterliegt die Schwankung des Eiweissgehaltes der Bacterien einer gewissen Gesetzmässigkeit, je nach dem Gehalt des Nährbodens an leicht resorbirbarem Peptonstickstoff.

Die erste Frage resp. der Einwand, dass unsere Nährmedien zu wenig Stickstoff enthalten hätten, um den Bedarf der Bacterien bei üppigstem Wachstum zu decken, lässt sich leicht widerlegen. Schon der Peptonstickstoff, um den es sich freilich in erster Linie handeln dürfte, weil er allein variiert wurde, während der Stickstoff des Fleischsaftes als nahezu constant angesehen werden

kann, war, wie eine einfache Berechnung ergibt, in hinreichender Menge vorhanden. Das von mir benutzte Peptonum depuratum siccum von Grübler<sup>1)</sup> enthielt als lufttrockene Masse, wie es verwendet wurde, 88,26% Trockensubstanz, darin 14,90 und 14,91% Stickstoff. Die zur Aussaat verwendeten 300 cm Traubenzuckeragar enthielten demnach 0,395 g Peptonstickstoff. Nehmen wir aus Tabelle II das maximalste Wachsthum, d. h. das von Nr. 28 = 1,72 g und berechnen dafür, indem wir gleichfalls den maximalen Stickstoffgehalt von Nr. 28 = 12,74% zu Grunde legen, den producirten Stickstoff, dann erhalten wir **0,219 g** als maximale, freilich hypothetische Stickstoffproduction. Wie man sieht, ist in dem Nährmaterial nahezu die doppelte Menge vorhanden gewesen. Es kann somit von einem nicht hinreichenden Vorrath von Peptonstickstoff nicht wohl die Rede sein. Besonders nicht, da ich auf dem Traubenzuckeragar, wo das üppigste Bacterienwachsthum stattfand, eine Zerlegung des Peptons in flüchtige stickstoffhaltige Substanzen, (Amine etc.), die sich der Beobachtung entzogen hätten, mit Sicherheit ausschliessen kann. Die Bacterienmasse reagirte auf diesem Nährboden stets stark sauer und verbreitete einen deutlichen Geruch nach Aethylalkohol. Es war demnach an eine Verflüchtigung von Ammoniak oder anderer Basen nicht zu denken.

Was die zweite Frage, die Identificirung der Stickstoffsubstanzen mit Eiweisskörpern betrifft, so muss ich dafür den exacten Beweis schuldig bleiben, da es mir an Material fehlte, um die Eiweisskörper als solche rein darzustellen und zu analysiren, doch machen eine Reihe von Thatsachen, es zum mindesten sehr wahrscheinlich, dass wenn auch nicht immer Stickstoffsubstanz und Eiweiss, wie dies bei den auf gewöhnlichem und 5% Peptonagar gewachsenen Bacterien vermuthlich der Fall ist, in eine Linie gestellt werden können, die Berechnungsfehler in dem Sinne gehen, dass die Eiweisschwankungen noch grösser werden, als wir sie gefunden haben.

1) Dasselbe war übrigens kein reines Pepton, sondern ein Gemisch von Albumose und Pepton.

Während, wie bereits bemerkt, auf Traubenzuckeragar (siehe auch oben) das *Bakterien*material stark sauer reagirte, war bei dem auf gewöhnlichem und 5% Peptonagar stark alkalische Reaction zu constatiren und namentlich auf letzterem ein sehr intensiver Geruch nach Ammoniak zu bemerken<sup>1)</sup>.

Es könnte somit der Einwand gemacht werden, ich hätte, trotzdem zu erwarten war, dass bei dem Trocknen bei 105° sich Ammoniak und kohlenaurer Ammoniak verflüchtigen würde, andere Ammoniaksalze als Gesamtstickstoff mitbestimmt. Ich habe von sämtlichen *Bakterien* auf 5% Peptonagar, wo die Ammoniakbildung am stärksten war, Proben mit dem Nessler'schen Reagens untersucht. Mit Ausnahme einer geringen Gelbfärbung beim Friedländer'schen Pneumoniebacillus, welche jedoch bei genauerer Untersuchung sich als nicht durch Ammoniak bedingt erwies, trat niemals Reaction ein. Bei zwei *Bakterien*, wo ich über etwas mehr Material verfügte, habe ich die Methode von Schlösing verwendet: 0,2715 g Nr. 28 auf 5% Traubenzuckeragar geben 0,0008 mg Stickstoff als Ammoniak, also nur 0,3% der Trockensubstanz, 0,3190 g Pfeiffer's Kapselbacillus auf 5% Peptonagar geben 0,0000 Ammoniak. Aehnlich dürfte es sich wohl bei den anderen *Bakterien* verhalten. Will man auf derartige minimale Mengen, welche schon innerhalb der Fehlerquellen (namentlich beim Titiren) liegen, Gewicht legen, dann würde die an und für sich schon geringe Menge des *Bakterien*eiwisses bei Wachsthum auf Traubenzuckeragar noch kleiner, die Eiweisschwankung noch grösser werden.

Wenn die durch Alkohol ausziehbaren Extractivstoffe nennenswerthe Mengen Stickstoff enthielten, so konnte derselbe eventuell von dem Eiweissstickstoff in Abzug zu bringen sein. Da es mir bei der geringen Menge Alkoholextract nicht möglich war, nach

---

1) Ein Versuch, in mit 2% Lysollösung sterilisirten feuchten Kammern die Ammoniakmenge quantitativ zu bestimmen, scheiterte an dem Umstande, dass bis zu einem gewissen Grade die flüchtigen Bestandtheile des Lysol das Wachsthum der *Bakterien* zu vermindern im Stande waren. Ich kann daher der gefundenen ganz minimalen Ammoniakmenge weiter keine Bedeutung beilegen.

einer der üblichen Methoden genau Eiweiss- und Extractivstoff zu trennen, so habe ich wenigstens in einem Falle den Gesamtstickstoff im Alkoholauszug bestimmt. Pfeiffer's Kapselbacillus gab bei Wachsthum auf 5% Peptonagar 0,43, auf 5% Traubenzuckeragar 0,70% Stickstoff in der Trockensubstanz. Die Zahlen sind jedenfalls etwas zu hoch, da der schwach sauer reagirende Alkoholextract aus der Luft beim Verjagen des Alkohols und beim Trocknen Ammoniak absorbirte. Da nun bei allen Bacterien bei dem Wachsthum auf Traubenzuckeragar die Extractivstoffe vermehrt erscheinen, anderseits auch ein ähnliches Verhalten wie bei dem Pfeiffer'schen Bacillus bei der nahezu gleichen Zusammensetzung der Bacterien vorausgesetzt werden darf, so dürften auch hier wieder die Fehler im Sinne der vermehrten Eiweisschwankung gehen<sup>1)</sup>.

Eine wesentliche Stütze meiner Behauptung, dass die von mir berechnete Stickstoffsubstanz identisch mit Eiweiss ist, finde ich in der elementaren Zusammensetzung der untersuchten Bacterien. Vergleichen wir zu dem Zweck unsere Analysen mit denjenigen, welche von den Autoren für sehr eiweissreiche Substanzen z. B. den Muskel oder auch für wirkliches Eiweiss gegeben sind.

Für unsere Bacterien finde ich bei Wachsthum auf 5% Peptonagar und zwar für den:

	Pfeiffer'schen B.	Nr. 28	Pneumonie-B.	Rhinosklerom-B.
C . . . . .	50,63	50,47	51,37	51,81%
H . . . . .	6,59	6,77	6,71	7,49%
N . . . . .	12,32	13,82	14,25	13,46%
Asche . . . .	9,10	7,79	10,36	9,33%

Nehmen wir daraus die Mittelwerthe, dann haben wir:

	Mittlere Zusammen- setzung der Bacterien	Eiweiss nach Hoppe-Seyler	Fettfreier, trockner Muskel nach Rubner <sup>2)</sup>
C	51,07	51,5—54,5	50,46
H	6,64	6,9— 7,3	7,6
N	13,46	15,2—17,0	15,4
Asche	9,16	—	5,5

1) Auf Leucin und Tyrosin wurde, soweit das Material reichte, geprüft. Wenn etwas vorhanden war, handelte es sich jedenfalls nur um Spuren.

2) Rubner, Zeitschrift f. Biologie. Bd. XXI, S. 311.

Wie man sieht, ist die Uebereinstimmung, abgesehen von dem Aschegehalt, eine nahezu vollkommene, namentlich wenn man noch in Anrechnung zieht, dass unsere vier Bacterien zum Theil wesentlich mehr Extractivstoffe und Fett enthalten wie der Muskel, wodurch sich die Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes und die Verminderung des Stickstoffes bei denselben leicht erklären dürfte. Ebenso ist die Differenz zwischen unseren Analysen und den niedrigen Zahlen für die Zusammensetzung des Eiweisses eine nur minimale. Ich glaube also nicht zu weit zu gehen, wenn ich, was ich übrigens zum Theil in Uebereinstimmung mit anderen Autoren besonders Nencki<sup>1)</sup> thue, behaupte, dass auch unsere Bacterien, soweit sie auf 5% Peptonagar und auch noch auf gewöhnlichem Agar gewesen sind, höchst eiweissreiche Substanzen darstellen, welche bis zu 80% reines Eiweiss enthalten, und dass daher die physiologische Breite der Eiweisschwankung bei den Bacterien — so möchte die von mir constatirte Thatsache bezeichnen — im Mittel noch etwas mehr beträgt wie 28%.

Ueber die dritte Frage (s. o), ob die physiologische Breite der Eiweisschwankung bei den Bacterien gewisse Gesetzmässigkeiten zeigt, resp. ob sie in Beziehung gebracht werden kann zu dem im Nährmaterial vorhandenen leicht assimilirbaren Peptonstickstoff, versuchen Tabelle VI und VII Aufschluss zu geben. Die Einrichtung der beiden Tabellen ist wohl ohne weiteres verständlich. In Tabelle VI habe ich die mittleren Productionsmengen, aus (Tabelle II) die niedrigsten = 100 gesetzt, in Beziehung gebracht zu den relativen Zahlen der Stickstoffschwankung (aus Tabelle V). Ich habe demnach den Grad des Wachsthums mit den Schwankungen des Eiweissgehaltes der Bacterien in Vergleich gebracht.

Tabelle VII enthält die Zahlen des pro 1 g producirten Bacterientrockensubstanz im Nährmaterial verfügbaren Stickstoffes, verglichen gleichfalls mit den relativen Zahlen der Eiweisschwankung.

1) Nencki, a. a. O.

Tabelle VI.  
**Physiologische Breite der Stickstoffsubstanzen und relative Wachstumgrösse.**

	5% Pepton		1% Pepton		5% Traubenzucker	
	Stickstoffsubstanzen	Wachstumsgrösse	Stickstoffsubstanzen	Wachstumsgrösse	Stickstoffsubstanzen	Wachstumsgrösse
Pfeiffer's B. . .	130	171	122	110	100	100
Nr. 28 . . . . .	135	110	125	100	100	288
Pneumonie-B. . .	125	179	113	100	100	211
Rhinosklerom-B.	123	173	111	100	100	222
Mittel	128		118		100	

Tabelle VII.  
**Per 1 g producierte Bacterienmasse verfügbarer Peptonstickstoff und Eiweisschwankung.**

	1% Pepton			5% Pepton			5% Traubenzucker		
	pro 1 g Bacterienmasse / Pepton-N.	Relative Zahlen	Relative Zahlen des N-Gehaltes d. Bacterien	pro 1 g Bacterienmasse / Pepton-N.	Relative Zahlen	Relative Zahlen des N-Gehaltes d. Bacterien	pro 1 g Bacterienmasse / Pepton-N.	Relative Zahlen	Relative Zahlen des N-Gehaltes d. Bacterien
Pfeiffer's B. . .	0,53	10	122	1,71	32	130	0,58	11	100
Nr. 28 . . . . .	0,78	29	125	2,26	84	135	0,27	10	100
Pneumonie-B. . .	0,98	21	113	2,75	60	125	0,46	10	100
Rhinosklerom B.	0,89	22	111	2,58	64	123	0,40	10	100
		20,5	120		60	128		10	100

Es ergibt sich nun aus Tabelle VII unmittelbar, dass für die Eiweissbildung der Bacterien nicht die absolute, in einem Nährmedium vorhandene Menge Stickstoff in Betracht kommt. Es verhält sich nicht etwa so, dass auf dem Nährmedium, welches reicher an Eiweissstickstoff ist, auch die Bacterien mehr Eiweiss enthalten. Gewöhnliches Agar und 5% Traubenzuckeragar enthalten gleich viel Peptonstickstoff, die Schwankung der Eiweissgrösse beträgt aber noch etwas mehr wie 18%. Es muss also der Grad des Wachstums noch eine Rolle spielen. Das 5% Traubenzuckeragar erweist sich trotz gleichen absoluten Gehaltes als der thatsächlich eiweiss- resp. peptonärmere Nährboden, weil

die meisten unserer Bacterien auf ihm viel üppiger wachsen, also pro je 1 g geernteter Bacterientrockensubstanz weniger Stickstoff als Pepton verfügbar ist. Man kann also aus dem Eiweis- resp. Peptongehalt des Nährmedium allein noch keinen Schluss ziehen auf den der Bacterien, sondern es muss immer noch bekannt sein der Grad des Wachsthums, d. h. die Eiweisschwankung bei den Bacterien hängt ab von dem pro je 1 g producirten Bacterientrockensubstanz verfügbaren Peptonstickstoff.

Doch ist das Verhältnis, in welchem der Eiweissgehalt des Bacterienzellenleibes mit der relativ verfügbaren Menge Stickstoff zunimmt, kein directes. Die mittleren Eiweissmengen unserer Bacterien verhalten sich wie 100:120:128, die Zahlen des relativ verfügbaren Stickstoffes wie 10:20:60.

Es scheint demnach, dass mit gesteigerter Stickstoffzufuhr (wenn diese Ausdrucksweise gestattet ist) auch die Zerlegung gleichen Schritt hält, und dass schliesslich bei einem gewissen Eiweissgehalte der Bacterien entweder nicht Stickstoff weiter aus dem Nährmaterial aufgenommen wird, oder aber, dass nach der starken Ammoniakbildung<sup>1)</sup> zu schliessen, das aufgenommene Pepton vollständig in Ammoniak, Kohlensäure und Wasser zerlegt wird. Freilich möchte ich diesen letzten Satz nur sehr vermuthungsweise aussprechen. Ueber die thatsächlichen Verhältnisse müssen erst genauere Stoffwechselversuche Auskunft geben.

Weiterhin geht aus der Tabelle VI die gewiss nicht uninteressante Thatsache hervor, dass üppiges Bacterienwachsthum und hoher Eiweissgehalt durchaus nicht zusammen zu fallen brauchen. Nr. 28 wächst auf 5% Traubenzuckeragar dreimal so üppig, wie auf 5% Peptonagar, enthält aber auf letzterem Nährmaterial rund 35% Eiweiss mehr als auf ersterem. Auch der Pneumonie- und der Rhinossclerombacillus verhalten sich

1) Wie schon oben bemerkt, war es mir nicht möglich die Menge des gasförmigen Ammoniaks genau zu bestimmen. Ich war bei seiner Schätzung lediglich auf den Geruchsinn angewiesen und daher leicht Täuschungen unterworfen.

ähnlich. Es coincidirt üppigstes Wachstum mit geringstem Eiweissgehalt. Eine Ausnahme macht der Pfeiffer'sche Kapselbacillus, er wächst auf 5% Peptonagar am besten und bildet auch am meisten Eiweiss.

Ich möchte hier nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass das soeben für unsere Bacterien dargethane Vermögen sich dem Eiweissgehalt des jeweiligen Nährmaterials anzupassen, namentlich auch bei für den Menschen facultativ pathogenen Mikroorganismen in specie den Erregern des Typhus und der Cholera von principieller Bedeutung ist. Doch bleibt das Resultat genauer Versuche, die im hiesigen Institut im Gange sind, noch abzuwarten.

**Extractivstoffe.**

Bezüglich des Aether- und Alkoholauszuges kann ich mich kurz fassen. Ich muss weitergehende Schlüsse z. B. über die Zersetzung des Traubenzuckers schon aus dem Grunde vermeiden, weil bei dem geringen Material es mir nicht möglich war, so viel Alkohol- oder Aetherextract zu gewinnen, dass ich ihn hätte genauer untersuchen können. Bezüglich des Alkoholauszuges konnte ich nur soviel feststellen, dass er eine gelbbraune Masse darstellte, die sich in Wasser fast gar nicht, in verdünnter Natronlauge und wenig Alkohol leicht löste und neutrale bis schwachsaure Reaction zeigte.

Zur bequemerem Uebersicht stelle ich die Resultate noch einmal zusammen. (Tab. VIII).

Tabelle VIII.

	1% Peptonagar			5% Peptonagar			5% Traubenzuckeragar		
	Aether- extract %	Alkohol- extract %	Summe %	Aether- extract %	Alkohol- extract %	Summe %	Aether- extract %	Alkohol- extract %	Summe %
Pfeiffer's B. . . . .	3,69	14,13	17,82	2,37	12,26	14,63	4,16	19,87	24,03
Nr. 28 . . . . .	2,52	14,38	16,90	3,37	14,46	17,83	7,30	11,10	18,41
Pneumonie-B. . . . .	3,53	6,73	10,26	2,54	8,74	11,28	4,74	18,44	22,68
Rhinosklerom-B. . . . .	3,58	7,53	11,11	3,50	5,46	9,06	7,52	12,48	19,99

Es zeichnen sich demnach die auf Traubenzucker gewachsenen Bacterien, mit Ausnahme von 28<sup>1)</sup>, wo die Differenz nicht sehr in die Augen springt, dadurch aus, dass sie ein beträchtliches Plus an Extractivstoffen (Aether- und Alkoholextract) aufweisen. Die Differenzen sind manchmal recht beträchtliche; die Extractivstoffe betragen z. B. beim Pneumonie- und Rinosklerombacillus rund das doppelte von dem bei Wachstum auf 5% Peptonagar und gewöhnlichem Agar. Es scheinen demnach bis zu einem gewissen Grade (Pfeiffers Kapselbacillus macht eine Ausnahme) bei üppigem Wachstum der Bacterien die Extractivstoffe eine Rolle zu spielen. Wie bereits bemerkt, war ich nicht in der Lage, genauer zu untersuchen, wie weit der Traubenzucker aus dem Nährmaterial aufgenommen und wie er zerlegt wurde. Das Auftreten von Aethylalkohol war unschwer durch den Geruchsinn zu constatiren. Flüchtige Säuren traten in bemerkenswerther Menge nicht auf — ein Geruch nach Essigsäure, Butter-säure etc. war nie zu bemerken.

Auf eine Erscheinung möchte ich nicht verfehlen, aufmerksam zu machen: Die Aetherextracte, bei welchen es sich höchst wahrscheinlich um neutrales Bacterienfett und zwar seinem niedern Schmelzpunkt nach, vorwiegend um Olein (s. o.) handeln dürfte, erscheinen bei dem Wachstum auf 5% Traubenzuckeragar durchweg manchmal nicht unbeträchtlich z. B. Nr. 28 von 2,52 und 3,37% auf 7,30%, beim Rinosklerombacillus von 3,58 und 3,60% auf 7,52% vermehrt.

Die Thatsache ist vielleicht deshalb von Interesse, weil Duclaux<sup>2)</sup> für die Hefezellen mit Sicherheit eine Fettbildung aus stickstoffhaltigem Material ausschliessen zu können glaubt, und auch Nägeli und Löw<sup>3)</sup> nach ihrer Methode<sup>4)</sup> allerdings

1) Wie oben bemerkt, ist bei Nr. 28 auf 5% Peptonagar der Alkoholauszug wahrscheinlich zu hoch gefunden worden.

2) Sur la nutrition intracellulaire. Annales de l'Institut Pasteur 1889. Nr. 8, p. 413.

3) Ueber Fettbildung bei niederen Pilzen. Journal für prakt. Chemie. N. F. Bd. XXI, S. 97.

4) Dasselbe. N. F. Bd. XVII, S. 417 u. Sitzungsberichte der bayerischen Akademie der Wissenschaften. 4. Mai 1878.

für Schimmelpilze (*Penicillium glaucum*) gewachsen auf Nährlösungen mit gleichem Stickstoff- aber steigendem Rohrzucker-gehalt eine vermehrte Bildung von Fett darthun konnten. Dass die Fettbildung bei unsern Bacterien nicht parallel geht mit der Grösse des Wachstums (*Pfeiffers Kapselbacillus* wächst auf Traubenzuckeragar am wenigsten üppig, enthält aber am meisten Fett) möchte ich noch hervorheben, weil auch diese Gesetzmässigkeit von den zuletzt genannten Autoren<sup>1)</sup> behauptet wird. Jedenfalls möchte ich bei der Geringfügigkeit des mir vorliegenden Materiales gegen zu weitgehende Schlüsse ausdrücklich Verwahrung einlegen. Weitere Versuche werden Aufklärung schaffen müssen.

**Aschebestandtheile.**

Ueber das genauere Verhalten der Aschebestandtheile in der wasserhaltigen Bacterienmasse bin ich aus den oben dargelegten Gründen nicht im Stande, genauere Angaben zu machen. Für den Pfeiffer'schen Kapselbacillus bestimmte ich den Aschegehalt im Mittel zu nur 1,02%, dass die andern Bacterien in dem geringen Aschegehalt übereinstimmen oder noch niedrigere Zahlen aufweisen, kann ich aus den mir vorliegenden Versuchen schliessen, doch erscheinen letztere nicht zahlreich und exact genug, um sie mitzuthellen.

Den Aschegehalt in der Trockensubstanz resp. das Verhalten der anorganischen und organischen Bestandtheile im Bacterienzellenleib habe ich in Tab. IX noch einmal übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle IX.  
Aschegehalt der Bacterien.

	1% Pepton- agar	5% Pepton- agar	5% Trauben- zuckeragar
Pfeiffer's B. . . . .	12,56	9,10	9,13
Nr. 28 . . . . .	11,42	7,79	9,20
Pneumonie-B. . . . .	13,94	10,36	7,88
Rhinosklerom-B. . . . .	13,45	9,33	9,44

1) Journal für praktische Chemie. N. F. Bd. XXI, S. 103.

Die Differenzen sind nicht unbeträchtlich und fallen um so mehr in's Gewicht, da sie bei allen 4 Bacterien im gleichen Sinne gehen.

Durchweg zeigen unsere Bacterien auf dem gewöhnlichen 1% Peptonagar, dem Nährboden, der am ärmsten an organischen Bestandtheilen war, den höchsten Aschegehalt und zwar betragen die maximalen Differenzen bei dem

Pfeiffer'schen B	rund 38%
B. Nr. 28 . . . . .	„ 47%
Pneumoniebacillus	„ 78%
Rinosklerombacillus	„ 44%.

Die Bacterien, welche auf 5% Pepton- und 5% Traubenzuckeragar, also den Nährmedien mit dem verhältnismässig hohen Gehalt an organischen Substanzen, gewachsen waren, verhalten sich rücksichtlich ihres Aschegehaltes nahezu gleich, oder wenn Differenzen bestehen, sind dieselben verhältnismässig gering gegenüber den soeben besprochenen Schwankungen.

Der Aschegehalt der verwendeten Nährmedien war ein sehr geringer und dabei nahezu als constant zu betrachtender; ich bestimmte ihn für das gewöhnliche Agar zu 0,79% für 5% Peptonagar zu 0,89%, für das Traubenzuckeragar zu 0,78%.

Anders gestaltete sich jedoch das Verhältnis der anorganischen und organischen Substanzen.

Die Trockensubstanz des

gewöhnlichen Agar	enthielt 25,21% Asche
5% Peptonagar . . . . .	„ 13,37% Asche
5% Traubenzuckeragar	„ 10,17% Asche.

Es dürfte sich somit, soweit man aus dem vorliegenden, allerdings nicht vollständig zureichenden Material Schlüsse ziehen kann, vielleicht folgendermaassen verhalten, die Bacterien richten sich bei nahezu gleichem Aschegehalt des Nährmaterials nach dem Verhältnis, in welchem organische und anorganische Substanz zu einander stehen und zwar in dem Sinne, dass, wenn letztere im Nährboden prävalirt auch die Bacterien mehr Asche in der Trockensubstanz enthalten und umgekehrt.

Wir können also auch hier wieder das ausgesprochene Vermögen der Bacterien feststellen, sich rücksichtlich ihrer Zusammensetzung dem Nährboden, auf dem sie gewachsen, zu adaptiren.

Fassen wir zum Schluss die Hauptresultate unserer Arbeit zusammen, dann ergibt sich:

Die Bacterien überhaupt und sogar ein und derselbe Bacillus besitzen keine typische Zusammensetzung, sondern ändern dieselbe je nach der Zusammensetzung des Nährmaterials, auf dem sie gewachsen; sie besitzen, namentlich was ihren Eiweißgehalt betrifft, ein hervorragendes Vermögen, sich dem Nährmaterial, auf dem sie gewachsen, zu adaptiren.

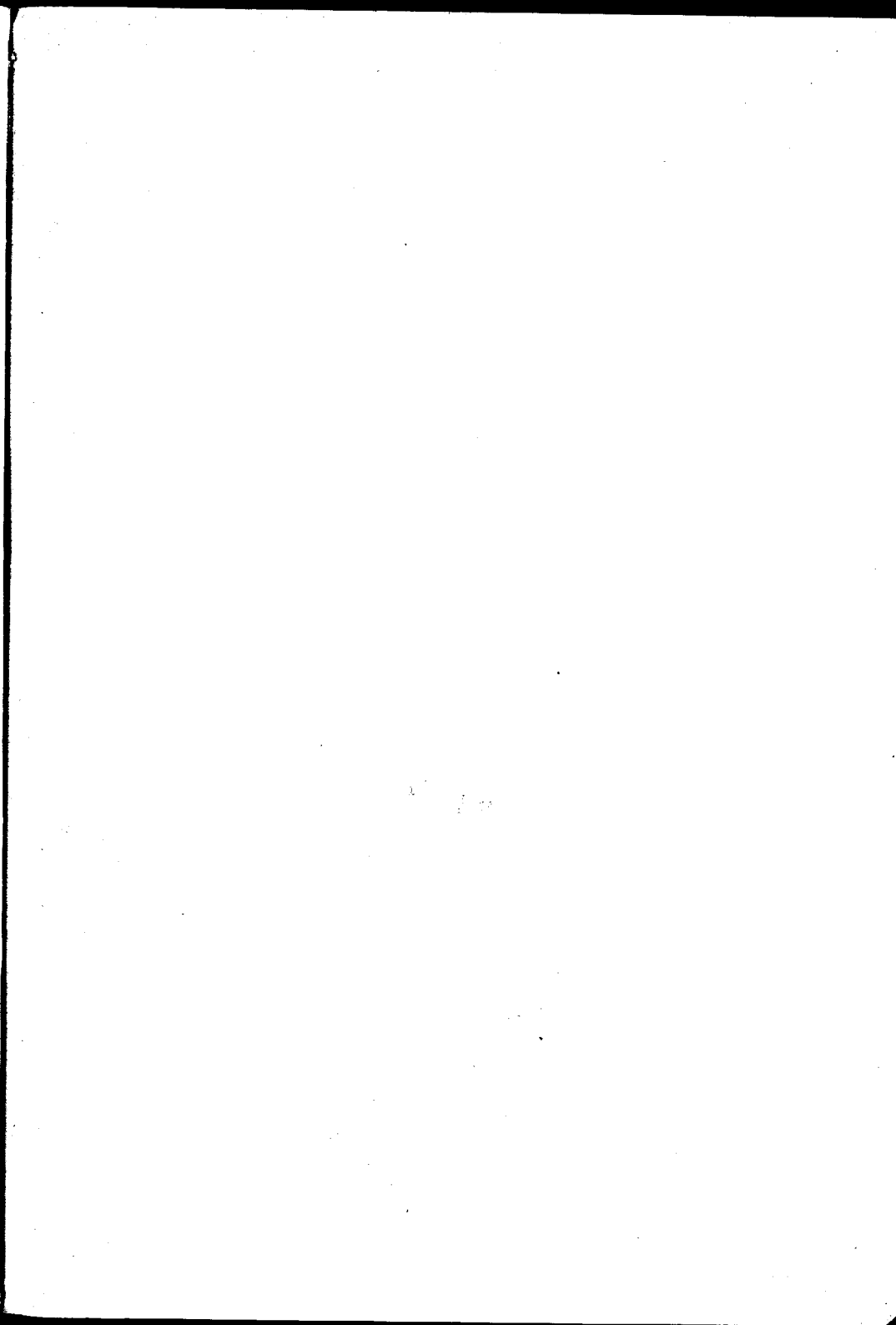
Aus diesem Grunde ist es nicht möglich, aus dem bisher vorliegenden Material von Bacterienanalysen vergleichbare Schlüsse, welche einigen Anspruch auf Verwendbarkeit haben, zur Biologie der Bacterien zu machen.

Vergleichbare Schlüsse lassen sich nur dann ziehen, wenn die oben näher ausgeführten Cautelen gewahrt sind, und zwar 1. gleichmässige Aussaat, 2. Nährboden von gleicher Zusammensetzung, 3. gleiche constante Temperatur, 4. gleiche Wachstumsdauer (am besten entsprechend dem Wachstumshöhepunkt), 5. gleiche Wachstumsformen.



13139





23