dies auch in allen ähnlichen Versuchen auf. Bei $r = 20$ bis $17\frac{1}{2}$ nimmt nämlich die Polarisationsablenkung, die bis dahin mit der Annäherung an den Reizmoment zunahm, wieder ab, und kann sogar durch Null in die entgegengesetzte Richtung übergehen, d. h. bei Richtung 2 statt bei Richtung 1 der Schwankung gleichgerichtet sein. Dies geschieht also etwa im 1. bis 2. Tausendstel Secunde nach der Reizung. Es ist möglich, dass, da zwei einander entgegengesetzte Inductionsströme sehr rasch einander folgen, ein Kampf ihrer Polarisationsrückstände stattfindet, und erst etwas später der des Oeffnungsstromes allein vorhanden ist.

Ueber das Verhalten des Gastrocnemius bei totaler directer Reizung habe ich ebenfalls Versuche angestellt, die aber noch nicht abgeschlossen sind¹⁾.

Ueber das Leben der Bacterien in Gasen.

Von

Dr. Carl Grossmann und Dr. Mayerhausen.

Bei den nachstehenden Untersuchungen, welche im physiologischen Laboratorium zu Utrecht angestellt wurden, hatten wir uns der freundlichsten Unterstützung der Herren Professoren Donders und Engelmann zu erfreuen. Wir ergreifen daher freudig die Gelegenheit den genannten Herren unsern herzlichsten Dank auszusprechen, nicht allein für die Liebenswürdigkeit, welche uns durch Rath und That zu Theil wurde, sondern auch für die Liberalität, mit welcher uns alle Mittel des Laboratoriums zur Verfügung gestellt wurden. —

Da von den Bacterien die merkwürdige Thatsache nachgewiesen ist, dass dieselben sich hohen Wärmegraden gegenüber durchaus anders verhalten, als andere lebende Organismen, indem dieselben unbeschadet ihrer Lebensfähigkeit Temperaturen ausgesetzt werden können, bei denen unter gewöhnlichen Verhältnissen alles Albumin gerinnt, so war es der Untersuchung werth zu erforschen,

1) Durch Versehen des Lithographen sind die Buchstaben in den Figuren 9—14, statt wie im Texte in Fraktur, in Antiqua ausgeführt.

wie sich die Einwirkung verschiedener Gase auf die Bacterien herausstellen, und ob sich vielleicht auch hier ein Unterschied im Verhalten geltend machen würde. Die von uns hierauf untersuchten Gase sind: Kohlensäure, Wasserstoff, Sauerstoff und Ozon.

Was die Methode der Untersuchungen anlangt, so empfahl sich hierzu vorzüglich die Engelmann'sche Gaskammer¹⁾. Um einen vollständig hermetischen Verschluss zu erzielen, wurde der Deckel, bevor derselbe mittelst metallener Klemmen festgedrückt wurde, mit Vaseline (gelatinisirtem Petroleum) bestrichen, einem sich hierzu vorzüglich eignenden Stoffe, da derselbe nicht, wie gewöhnliches Fett, ranzig wird, somit die schädliche Einwirkung der Fettsäuren auf die Bacterien ausgeschlossen wurde.

Von der Art der Darstellung der Gase und ihrer Reinigung, ehe sie zur Verwendung kamen, wird in den betreffenden Abschnitten selbst noch näher die Rede sein. Hier sei nur erwähnt, dass die diversen Waschflaschen mit einer aus Wachs und Terpentin bestehenden Masse luftdicht vergossen worden waren. Zur Leitung wurden neue, vollkommen reine und intacte Gummischläuche verwandt, und wurde die Kammer mit den Präparaten jedesmal erst eingeschaltet, nachdem eine längere Zeit das betreffende Gas die Leitung durchströmt und so die atmosphärische Luft vollkommen ausgetrieben hatte. Das Ende des Abzugsschlauches tauchte mittelst eines angefügten Glasrohres in ein Glasgefäß mit Wasser. Stets übrigens überzeugten wir uns von Zeit zu Zeit durch Zupressen des Abzugsschlauches hinter der Kammer, von dem luftdichten Verschluss der gesammten Leitung, inclusive Kammer, indem dann, selbst bei vollständigem Oeffnen des Gashahnes in den Waschflaschen keine Blasen mehr aufstiegen.

Die benutzten Bacterien stammten theils aus animalischen (Frosch-), theils aus vegetabilischen (Heu-) Infusen, welche im Laboratorium sich einer ziemlich constanten Temperatur von 13° Cels. ausgesetzt befanden. Die Infuse wurden immer erst benutzt, wenn sich im Versuchstropfen eine hinreichende Menge von Organismen vorfand, was gewöhnlich am zweiten Tage nach gemachter Infusion der Fall war.

Die Versuche selbst wurden nun so angeordnet, dass wir z. Th. zwei, drei, selbst vier Tropfen von Infusen verschiedenen Alters in

1) Ueber die Flimmerbewegung von Dr. Th. W. Engelmann. Leipzig 1868.

derselben Kammer neben einander auf dem Deckglase anbrachten, natürlich ohne dass dieselben sich gegenseitig berührten. Es bot dieses Verfahren den Vortheil, den Einfluss der Gase auf Organismen verschiedener Entwicklungsstufen, die vollkommen den gleichen Bedingungen ausgesetzt waren, zu gleicher Zeit beobachten zu können. Uebrigens wurden auch der besseren Controlle wegen, so oft mit allen Gasen gleichzeitig experimentirt wurde, sämtliche Kammern mit ein und demselben dem Infuse entnommenen Tropfen bedient. Die Uebertragung der Tropfen aus den Infusen in die Gaskammern geschah mittelst eines vor jedem Gebrauche sorgfältig gereinigten Glasstabes. Auf den Boden der Kammern wurden stets einige Tropfen Wasser gebracht, um ein Eintrocknen der Präparate zu verhüten. Die Präparate blieben z. Th. einen Tag, z. Th. länger in der Kammer, und ist die Beobachtungszeit an den betreffenden Stellen stets angegeben. Während der Nacht dauerte der Gasstrom z. Th. an, z. Th. wurde derselbe unterbrochen, jedoch immerhin so, dass abgesehen von der ja nicht absolut auszuschliessenden Diffusion durch die Gummischläuche, die Kammer mit der betreffenden Gasatmosphäre gefüllt blieb, indem das Ende des Abführungsschlauches entweder mittelst einer Klemmschraube luftdicht zugespresst, oder zur Absperrung von atmosphärischer Luft einfach unter Wasser verblieb.

Bemerken wollen wir hier noch, dass wir allgemein nur die schiessenden Bewegungen der Bacterien, die also eine wirkliche Ortsveränderung zur Folge haben, für selbständige Bewegungen gelten lassen, das Oscilliren dagegen durchweg nur als Molecularbewegung auffassen ¹⁾ und wir uns daher im Folgenden öfters des Ausdruckes Ruhe, als Molecularbewegung nicht ausschliessend bedienen.

Ehe wir nach diesen allgemeinen Erörterungen zur Besprechung der einzelnen Gase übergehen, mögen noch einige kurzgefasste Angaben über das Leben der Bacterien im Infuse selbst vorausgeschickt werden. Das erste Auftreten der Organismen im Infuse hängt wesentlich von der Temperatur ab in der Weise, dass bei höheren Wärmegraden bis zu einer gewissen Grenze dieselben sich viel eher bilden, als in niederen. Bei unseren, wie bereits gesagt, unter einer möglichst constanten Temperatur von 13° Cels. gehaltenen Infusen zeigten sich die ersten Formen gewöhnlich schon am ersten Tage nach der Infusion. Diese ersten auftretenden For-

1) D. Huizinga, Weiteres zur Abiogenesfrage. Groningen, 1873. pag. 189 ff.

men sind stets längere (stäbchenförmige, meist Meso- in manchen Fällen auch Mega-) Bakterien. Ueber ihre Entstehung können wir nichts näheres angeben, dieselben haben von Anfang an dieselbe Grösse und haben wir nie ein Auswachsen kleinerer Formen zu grösseren beobachtet. Im Gegentheil, vielleicht schon vom ersten Augenblick ihrer Existenz an beginnt eine allmähliche Verkleinerung der vorhandenen Individuen einzutreten, so dass nach einigen Tagen sich nur noch Microbakterien im Infuse vorfinden; noch einige Tage später finden wir fast nur noch (runde) Micrococcen. Die Bewegung war stets am ersten Tage weniger lebendig, als in den darauf folgenden, und erreichte etwa vom 3. bis 6. Tage ihr Maximum. Darauf trat stets eine progressive Verlangsamung der Bewegungen ein, bis schliesslich fast nur noch Molecularbewegung zu beobachten war. Jedoch war die Zeit, in welcher sich bei den verschiedenen Infusen diese Veränderungen vollzogen, nicht immer constant.

Kohlensäure.

Die zu unseren Versuchen verwandte CO_2 wurde gewonnen durch Einwirkung von Salzsäure auf kohlensauen Kalk (Marmor). Das erzeugte Gas wurde vor dem Gebrauche durch eine Reihe von Waschflaschen geführt, die z. Th. mit Argent. nitr. gefüllt waren, z. Th. gewöhnliches reines Wasser enthielten.

Der Einfluss dieses Gases auf unsere Bakterien stellt sich nun folgendermassen heraus. Unter Anwendung schwacher Ströme haben wir bisweilen bei mässig beweglichen Bakterien eine vorübergehende Erhöhung der Beweglichkeit constatirt, sowohl in intensiver als in extensiver Beziehung. Die Excursionen der Individuen wurden grösser und schneller, doch war der absolute Bewegungszuwachs nicht in allen beobachteten Fällen derselbe. Auch dauerte diese Beweglichkeitserhöhung in der Regel nur eine kurze Zeit und ging dann allmählich in Stillstand über. Jedoch, wie schon gesagt, konnte dies nur bisweilen beobachtet werden und gelang es durchaus nicht, nach Belieben jedesmal das genannte Phaenomen hervorzurufen. Mässig starke Ströme wirken entschieden lähmend auf die Bakterienbewegungen, doch ist die Zeit, sowie die Intensität der Einwirkung durchaus verschieden bei Bakterien verschiedenen Alters, in der Weise, dass frische Organismen viel eher und vollständiger in den Ruhezustand kommen, als ältere, jedoch nur

bis zu einer gewissen Grenze. Ueber diese Grenze hinaus verhalten sich alle Bacterien wiederum gleich, d. h. gerathen gleichmässig in Ruhe. Wir können also in Bezug auf die CO_2 -Wirkung an jedem Infuse drei Perioden unterscheiden; auf die in der ersten demselben entnommenen Bacterien wirkt CO_2 intensiv lähmend ein, auf die Bacterien der zweiten Periode ist die Wirkung bei weitem geringer, ja scheint bisweilen fast Null zu sein, in der dritten Periode, wo wahrscheinlich in Folge der Erschöpfung an Nährmaterial allerdings die Bewegung ohnehin schon sehr schwach ist (meist Coccen) scheint wiederum eine intensivere Einwirkung stattzufinden. Die Dauer der beiden ersten Stadien ist jedoch sehr verschieden und lassen sich daher bestimmte allgemein gültige Angaben darüber nicht machen, die des dritten dauert so lange, als überhaupt noch lebende Organismen im Infuse sich vorfinden. Es sind nun allerdings in Wirklichkeit diese Stadien höchst wahrscheinlich nicht durch eine absolut scharfe Grenze von einander geschieden, sondern gehen ganz allmählich in einander über. Da wir bei unseren Untersuchungen jedoch in 24stündigen, freilich schon ziemlich grossen Zeitintervallen neue Versuchstropfen unseren Infusen entnehmen, so sind wir auch in der Lage eine gewisse Grenze und Dauer der vorgenannten Stadien auf den Tag angeben zu können. Zugleich erfahren wir hieraus auch, dass der Uebergang aus einem dieser Stadien in das andere sich in circa 24 Stunden vollzieht.

Zur Veranschaulichung dieses Verhaltens möge folgende Tabelle dienen.

	Heu infundirt 19. Dec. 76.	Frosch infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 1. Jan. 77.	Heu infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 3. Jan. 77.
2. Jan. 5 Uhr N.M. Von 5 Uhr an CO_2 durchgeleitet; 6 Uhr: Während der Nacht der CO_2 -Strom un- terbrochen; 3. Jan. 11 Uhr:	Microbactt. und Coccen; Bewegung ziemlich lebhaft. Bewegung sehr schwach. Microbactt. u. Coc- cen, sehr schwach beweglich.	Ziemlich grosse Mesobactt. Bewe- gung sehr lebhaft. Keine selbständige Bewegung mehr. Formen etwas ver- kleinert; Bewegung theilweise ziemlich rege.	

	Heu infundirt. 19. Dec. 76.	Frosch infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 1. Jan. 77.	Heu infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 3. Jan. 77.
Neues Präparat.			
3. Jan. 3 Uhr NM. Von 3 Uhr an CO ₂ durchgeleitet; 4 Uhr: 7 Uhr: Einen Theil d. Nacht geht CO ₂ hindurch; 4. Jan. 10 ¹ / ₂ Uhr:	Microbact. u. Coc- cen, Bewegung ziemlich lebhaft. Zum gröss. Theil noch lebhafte Be- wegung Noch theilweise Bewegung noch ganz verein- zelte Bewegungen.	Organismen z. Th. kleiner als gestern. Bewegungsmässig. Fast nur noch Mo- lecularbewegung nur Molecularbewe- gung. Molecularbewe- gung.	
Neues Präparat.			
4. Jan. 11 ¹ / ₂ Uhr: Von 11 ¹ / ₂ Uhr an CO ₂ durchgeleitet; 3 Uhr: 7 Uhr: Einen Theil der Nacht geht CO ₂ hindurch; 5. Jan. 10 ¹ / ₂ Uhr:	Microbact. u. Coc- cen; Bewegung nicht allgemein und mässig. Z. Th. noch selbst- ständige, wenn auch geringe Bewegung. Selbständige Be- wegung verringert, doch immer noch vorhanden. Molecularbewegn. mit ganz einzel- ten selbständigen Bewegungen.	Mesobact. aber klei- ner als gestern; Bewegung lebendig. Nur Molecularbe- wegung. Molecularbewe- gung. Molecularbewe- gung.	Ziemlich grosse - Mesobact. sehr le- bendig. Nur Molecularbe- wegung. Molecularbewe- gung. Molecularbewe- gung.
Neues Präparat.			
5. Jan. 12 ¹ / ₂ Uhr: Von 12 ¹ / ₂ Uhr an CO ₂ durchgeleitet; 3 Uhr: 7 Uhr:	Microbact. u. Coc- cen sehr träge. Selbständ. Bew. nur sehr vereinzelt. Noch äusserst ver- einzelte selbständ. Bewegungen.	Kleine Meso- u. Mi- crobact. sehr leben- dig. Fast nur Molecular- bewegung. Molecularbewe- gung.	Kleine Mesobact. sehr lebendig. Nur Molecularbe- wegung. Molecularbewe- gung.

	Heu infundirt 19. Dec. 76.	Frosch infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 1. Jan. 77.	Heu infundirt 31. Dec. 77. erste Organismen 3. Jan. 76.
Einen Theil der Nacht geht CO ₂ hindurch; 6. Jan. 11 Uhr:	Ganz vereinzelte selbständige Beweg.	Sehr vereinzelte selbständige Beweg.	Sehr vereinzelte selbständ. Beweg.

Neues Präparat.

6. Jan. 12 Uhr:	Kl. Microbact. und Coccen von mässiger Lebendigkeit.	Kl. Meso- und Microbact. sehr lebendig.	Kl. Meso- und Microbact. sehr lebendig.
Von 12 Uhr an CO ₂ durchgeleitet; 3 Uhr:	nur sehr vereinzelte selbständ. Bewegungen.	Fast nur Molecularbewegung.	Nur Molecularbewegung.
5 Uhr:	Immer noch vereinzelte Bewegung.	Molecularbewegung.	Molecularbewegung.
CO ₂ -Strom über Nacht unterbrochen 7. Jan. 11 Uhr:	Sehr geringe Bewegung.	Geringe Bewegung.	Theilweise rege Bewegung.

Neues Präparat.

7. Jan. 11½ Uhr:	Kleinste Microbact. u. Coccen; Bewegung sehr mässig u. nicht allgemein.	Microbact. Bewegung ziemlich lebendig.	Microbact. Bewegung nicht sehr lebendig.
Von 11½ Uhr an CO ₂ durchgeleitet; 3 Uhr:	Molecularbewegung.	Molecularbewegung.	Molecularbewegung, mit ganz vereinzelten selbständ. Bewegungen.
CO ₂ geht einen Theil der Nacht hindurch; 8. Jan. 11 Uhr:	Schwache Molecularbewegung.	Schwache Molecularbewegung.	Molecularbewegung mit äusserst vereinzelter selbst. Bewegung.

	Heu infundirt 19. Dec. 76.	Frosch infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 1. Jan. 77.	Heu infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 3. Jan. 77.
--	-------------------------------	---	--

Neues Präparat.

8. Jan. 11 $\frac{1}{2}$ Uhr:	Coccen, z. grössten Theil ruhig, nur einzelne Individuen machen kleine Excursionen.	Microbact. und Coccen; Bewegung theilweise ziemlich lebendig.	Microbact. u. Coccen, Bewegung ebenfalls theilweise ziemlich lebendig, doch weniger als im Froschpräparat.
Von 11 $\frac{1}{2}$ Uhr an CO ₂ durchgeleitet; 3 Uhr:	Vollkommene Ruhe	Beweg. am Rande stellenweise ausserordentlich lebhaft, nach der Mitte zu weniger.	Mässig lebendige Bewegung durch das ganze Präparat.
5 Uhr: Einen Theil der Nacht geht CO ₂ hindurch;	Nichts verändert.	Nichts verändert.	Nichts verändert.
9. Jan. 11 Uhr:	Ruhe.	Ruhe, nur in mittl. Schicht lebendige Bewegung.	In mittl. Schicht lebendige Beweg.

Neues Präparat.

9. Jan. 11 $\frac{1}{2}$ Uhr:	Coccen; Bewegung nur äusserst vereinzelt.	Microbact. u. Coccen; besonders am Rande sehr lebhaft Bewegung.	Microbact. u. Coccen; zieml. Bewegung durch's ganze Präparat.
Von 11 $\frac{1}{2}$ Uhr an CO ₂ durchgeleitet; 3 Uhr:	Ruhe.	Fast Ruhe, nur sehr vereinzelt Bewegung.	Nur einzelne Individuen zeigen Bewegung.
5 Uhr: Während d. Nacht geht z. Th. CO ₂ hindurch;	Nichts verändert.	Nichts verändert.	Nichts verändert.
10. Jan. 11 Uhr:	Minimale Bewegung äusserst vereinzelt.	Minimale Beweg. sehr vereinzelt.	Geringe Bewegung ganz vereinzelt.

So dauert also beispielsweise bei dem am 31. Dec. 76 infundirten Heu das erste Stadium vom 3. bis 6. Januar, also vier Tage, bei dem Froschinfus vom 31. Dec. 76. dagegen vom 1. bis 7. Januar, also 7 Tage. Das zweite Stadium dauert bei dem genannten Heuinfus vom 7. bis 10. Januar, vielleicht noch länger, doch wurde hier der Versuch unterbrochen, im Froschinfus vom 8.

bis 10. Januar resp. noch länger. Durch das Heuinfus vom 19. Dec. 76 ist in unserer Tabelle vom 2. bis 6. Januar das zweite Stadium repräsentirt; von da an beginnt das dritte. Diese drei Parallelpräparate wurden zu gleicher Zeit in derselben Kammer beobachtet, waren also ganz demselben CO₂-Strom ausgesetzt.

Ebenso, wie bekanntlich in atmosphärischer Luft eine progressive Verkleinerung der Formen eintritt, zeigt sich diese Erscheinung auch in CO₂, jedoch geht dieser morphologische Prozess hier langsamer vor sich, als in atmosphärischer Luft.

Bemerkenswerth ist noch, dass CO₂-Stillstand, falls derselbe nicht zu lange angedauert hat, durch Hindurchtreiben von gewöhnlicher atmosphärischer Luft oder Sauerstoff wieder aufgehoben wird, und in grösserem oder geringerem Maasse — abhängig von der Zeit des Stillstandes — die Bewegung wieder zurückkehrt. Dass das letztgenannte Experiment, mit demselben Resultate mehrere Tage lang an demselben Präparate wiederholt werden kann zeigt die folgende Tabelle:

5. Dec. 11 Uhr:	Meso- und Microbact. Bewegung nicht sehr lebendig.
Von 11 Uhr an CO ₂ durchgeleitet;	
12 Uhr:	Bewegung äusserst gering.
Von 12 Uhr an wird CO ₂ -Strom unterbrochen und reiner O durchgeleitet;	
1 Uhr:	Bewegung bechleunigt.
2 ¹ / ₂ Uhr:	Bewegung ziemlich stark.
Jetzt O-Zufuhr unterbrochen und wiederum CO ₂ eingeleitet; 3 ¹ / ₄ Uhr:	
3 ¹ / ₄ Uhr Luft durchgesaugt:	Ausser Molecularbewegung keine Bewegung mehr vorhanden.
	Die Bewegung kehrt in geringem Maasse zurück.
Von 3 ³ / ₄ Uhr an wiederum O durchgeleitet;	
4 ¹ / ₂ Uhr:	Bewegung wieder sehr lebhaft geworden.
Von 4 ¹ / ₂ Uhr an wieder CO ₂ durchgeleitet;	
3 ³ / ₄ Uhr:	Bedeutende Verlangsamung der Bewegung.
5 Uhr:	Vollkommene Ruhe.
Während der Nacht die Schläuche vor und hinter der Gaskammer abgeklemmt.	
6. Dec. 10 ¹ / ₂ Uhr:	Bewegung in ganz geringem Masse bei einzelnen Individuen zurückgekehrt (wahrscheinlich in Folge von Diffusion während der Nacht).
10 ³ / ₄ Uhr der CO ₂ -Strom wieder in Gang gesetzt;	
12 ¹ / ₄ Uhr:	Vollkommene Ruhe.
Jetzt CO ₂ -Strom unterbrochen, Luft durchgeblasen und O durchgeführt;	
1 ³ / ₄ Uhr:	In der ganzen Ausdehnung des Präparates wieder schwache Bewegung vorhanden.

5 Uhr:	Bewegung noch vermehrt.
Während der Nacht wird die Kammer mit atmosphärischer Luft in Verbindung gebracht.	
7. Dec. 10 Uhr:	Sehr lebendige Bewegung.
Von 10 $\frac{1}{2}$ Uhr an O durchgeleitet;	
4 $\frac{1}{2}$ Uhr:	Bewegung noch ebenso rege.
Von 4 $\frac{3}{4}$ Uhr an wieder CO ₂ eingeleitet;	
6 Uhr:	Fast nur Molecularbewegung.
Ueber Nacht CO ₂ -Strom unterbrochen;	
8. Dec. 10 $\frac{1}{2}$ Uhr:	Bewegung sehr rege (jedenfalls in Folge von Diffusion.
Von 11 Uhr an wieder CO ₂ durchgeleitet;	Bewegung bedeutend träger geworden.
1 Uhr:	
Von 1 Uhr an die Kammer mit atmosphärischer Luft in Verbindung gebracht;	
5 Uhr:	Bewegung sehr lebendig.
Von 6 Uhr an CO ₂ hindurchgeleitet;	
7 Uhr:	Fast Ruhe.
Während der Nacht der CO ₂ -Strom unterbrochen;	
9. Dec. 10 $\frac{1}{2}$ Uhr:	Bewegung ziemlich rege. (Diffusion durch die Gummischläuche.)

Das Experiment wurde mit demselben Präparate noch bis zum 11. Dec. weitergeführt und zwar immer mit denselben Resultaten.

Uebrigens bedarf es nicht gerade des Sauerstoffes um die Bacterien aus dem Kohlensäurestillstand wieder zu erwecken. Auswaschen der Kohlensäure mittelst eines indifferenten Gases wie Wasserstoff kann denselben Erfolg haben. Als beispielsweise nach 4 Minuten langem Durchleiten von CO₂ alle Bacterien still geworden waren und nun sorgfältig gereinigter, nicht nachweisbar mit O vermengter H in mässigem Strome eingeleitet ward, kehrten schon nach einer halben Minute etliche Individuen aus ihrer Ruhe zu Anfangs matten, bald aber immer reger werdenden Bewegungen zurück, die nach etwa fünf Minuten eine solche Lebendigkeit erreichten, dass von der vorhergegangenen CO₂-Einwirkung kaum etwas zu bemerken war. Als nun aufs Neue CO₂ zugeführt ward, nahm die Bewegung binnen fünf Minuten in hohem Grade ab. Darauf wurde nochmals mit den zuzuleitenden Gasen gewechselt und wiederum war nach einigen Minuten die alte Lebendigkeit im Tropfen. Zur genaueren Controlle wurde dieser Versuch noch mehrmals wiederholt, stets mit gleichem Erfolge. Nur war zu bemerken, dass, wenn die CO₂-Zuleitung lange gedauert hatte, die Bewegung langsamer und minder vollständig bei H-Zufuhr zurückkehrte.

Wasserstoff.

Unser H wurde producirt mittelst Zink und Schwefelsäure und behufs der Reinigung durch vier grosse enghalsige Waschflaschen geführt, deren zwei erste mit reinem Wasser gefüllt waren, während die dritte eine Lösung von *Argentum nitricum*, die vierte eine starke Lösung von Pyrogallussäure in Kali enthielt. Diese Anordnung war absichtlich so gewählt worden, damit die in den vorhergehenden Flaschen etwa sich beigemischt habenden Spuren von Sauerstoff in der letzten vollkommen zurückgehalten wurde. Dass übrigens unser Gas wirklich nur sehr kleine Spuren von Sauerstoff beigemischt enthielt, ergab sich aus der sehr geringen Färbung, welche, während eines wochenlangen Durchleitens der Inhalt unserer vierten Waschflasche annahm. Das so resultirende Gas war vollkommen farb- und geruchlos.

Betrachten wir nun die Einwirkung des Wasserstoffs auf unsere Bacterien, so macht sich auch hier ein ganz frappanter Gegensatz bemerkbar, abhängig von dem Alter des Infuses, aus welchem die Versuchstropfen entnommen waren. Es stellt sich nämlich die Thatsache heraus, dass für frische Bacterien der Wasserstoff vollkommen indifferent ist, in der Mehrzahl der Fälle sogar eine Beschleunigung der Bewegung hervorruft, die der durch Sauerstoff erzeugten kaum um etwas nachsteht, ja dieselbe bisweilen sogar noch übertrifft. Die so hervorgerufene Beschleunigung der Bewegung, die sich sowohl in intensiver als extensiver Weise äusserte, wuchs in vereinzeltten Fällen zu einer so enormen Schnelligkeit, dass wir dieselbe als die rapideste bezeichnen müssen, die wir jemals bei Bacterien beobachtet haben. Ja selbst bei einer 2- bis 3-tägigen continuirlichen H-Durchleitung konnte kaum eine merkliche Verlangsamung constatirt werden. Ganz anders jedoch verhalten sich die genannten Organismen, wenn das Infus bereits einige Zeit alt ist, indem wir hier als Resultat der Wasserstoffdurchleitung Verlangsamung der Bewegung erhalten, die sich bis zur vollständigen Ruhe mit einfacher Molecularbewegung steigert. Wir haben es also hier wiederum mit mehreren und zwar zwei Stadien zu thun, und gilt von ihnen bezüglich ihrer Dauer und ihres Ueberganges in einander dasselbe, was bei Gelegenheit der Kohlensäure gesagt wurde.

Auch hier mag der Uebersicht wegen eine Tabelle eingefügt

werden, welche die Wasserstoffwirkung sehr deutlich veranschaulicht¹⁾).

	Heu, infundirt 19. Dec. 76.	Frosch, infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 1. Jan. 77.	Heu, infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 3. Jan. 77.
2. Jan. 5 Uhr N. M. Von 5 Uhr an die ganze Nacht hindurch H durchgeleitet; 3. Jan. 11 Uhr:	Microbact. und Coccen, Bewegung ziemlich lebhaft. Nur Molecularbewegung.	Ziemlich grosse Mesobacterien; Bewegung sehr lebhaft. Präparat eingetrocknet.	
Neues Präparat.			
3. Jan. 4 Uhr: Von 4 Uhr an H durchgeleitet; 5 Uhr: Während der Nacht geht H hindurch; 4. Jan. 10 $\frac{1}{2}$ Uhr:	Microbact. und Coccen; Bewegung ziemlich lebhaft. Bewegung nicht verändert. Nur Molecularbewegung.	Organismen z. Th. kleiner als gestern; Bewegung mässig. Bewegung, wenn nicht vermehrt, so doch zweifellos verallgemeinert. Tropfen eingetrocknet.	
Neues Präparat.			
4. Jan. 11 $\frac{1}{2}$ Uhr: Von 11 $\frac{1}{2}$ Uhr an H durchgeleitet; 3 Uhr: 7 Uhr: Während der Nacht geht H hindurch; 5 Jan. 11 Uhr:	Microbact. und Coccen. Bewegung mässig und nicht allgemein. Bewegung fast vollkommen aufgehoben. nichts verändert. Mit vereinzelten Ausnahmen nur Molecularbewegung.	Mesobact. aber kleiner als gestern Bewegung lebendig. Bewegung verallgemeinert, vielleicht auch etwas vermehrt. nichts verändert. Meso- u. Microbact. Bewegung lebhaft.	Ziemlich grosse Mesobact. Sehr lebendig. Bewegung sehr lebendig. nichts verändert. Formen z. Th. kleiner als gestern. Bewegung sehr lebhaft.

1) Vergl. auch die analoge CO₂-Tabelle; die Präparate sind von demselben Tropfen genommen.

	Heu, infundirt 19. Dec. 76.	Frosch, infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 1. Jan. 77.	Heu, infundirt. 31. Dec. 76. erste Organismen 3. Jan. 77.
--	--------------------------------	--	--

Neues Präparat.

5. Jan. 12 $\frac{1}{2}$ Uhr:	Microbact. und Coccen, sehr träge.	Kleine Meso- und Microbact., sehr lebendig.	Kleine Mesobact. sehr lebendig.
Von 12 $\frac{1}{2}$ Uhr an H durchgeleitet; 3 Uhr.	Bewegung äusserst gering und sehr vereinzelt.	Bewegung am Rande lebhaft, sonst fast Ruhe.	Bewegung am Rande sehr lebhaft, sonst mässig.
5 Uhr:	fast absolute Ruhe.	Microbact. Be- wegung mässig.	Microbact. Be- wegung mässig.
Während der Nacht geht H hindurch;			
6. Jan. 11 Uhr:	Nur Molecular- bewegung.	Bewegung sehr mässig.	Bewegung sehr mässig.

Neues Präparat.

6. Jan. 12 Uhr:	Kl. Microbact. und Coccen von mässiger Lebendigkeit.	kleine Meso- und Microbact. sehr lebendig.	kl. Meso- u. Micro- bact., sehr lebendig.
Von 12 Uhr an H durchgeleitet; 3 Uhr:	Mit sehr verein- zelten Ausnahmen nur Molecular- bewegung.	Bewegung ent- schieden verlang- samt.	Bewegung bede- tend verlangsamt.
5 Uhr:	nichts verändert.	fast nur Molecular- bewegung.	fast nur Molecu- larbewegung.
Ueber Nacht geht H hindurch			
7. Jan. 11 Uhr:	Sehr schwache Molecular- bewegung.	Sehr geringe Molecular- bewegung.	Sehr geringe Mo- lecularbewegung.

Neues Präparat.

7. Jan. 11 $\frac{1}{2}$ Uhr:	Kleinste Microbact. und Coccen. Be- wegung sehr mässig und nicht allgemein.	Microbact. Be- wegung ziemlich lebendig.	Microbact. Be- wegung nicht sehr lebendig.
Von 11 $\frac{1}{2}$ Uhr an H durchgeleitet; 3 Uhr:	sehr wenig Be- wegung, fast Ruhe.	sehr mässige Bewegung.	nichts verändert.
Während der Nacht geht H hindurch;			
8 Jan. 11 Uhr:	Schwache Mole- cularbewegung.	Molecular- bewegung.	Molecular- bewegung.

	Heu, infundirt 19. Dec. 76.	Frosch, infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 1. Jan. 77.	Heu, infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 3. Jan. 77.
--	--------------------------------	--	---

Neues Präparat.

8. Jan. 11 $\frac{1}{2}$ Uhr:	Coccen, zum grösst. Th. ruhig.	Microbact. und Coccen, Bewegung theilweise ziemlich lebendig.	Microbact. und Coccen, Bewegung z. Th. ziemlich le- bendig.
Von 11 $\frac{1}{2}$ Uhr an wurde H durch- geleitet; 3 Uhr:	schwache Molecu- larbewegung.	meist Ruhe, schwache Bewe- gung nur in der Mitte des Tropfens.	eingetrocknet.
5 Uhr: Während der Nacht geht H hindurch;	nichts verändert.	nichts verändert.	dto.
9. Jan. 11 Uhr:	Ruhe.	Ruhe.	dto.

Neues Präparat.

9. Jan. 11 $\frac{1}{2}$ Uhr:	Coccen, Bewegung nur äusserst ver- einzelt.	Microbact. und Coccen. Besonders am Rande ausser- ordentlich lebhafte Bewegung.	Ziemliche Bewe- gung durch's ganze Präparat. Micro- bact. u. Coccen.
Von 11 $\frac{1}{2}$ Uhr an H durchgeleitet. 3 Uhr:	nichts verändert.	Die Bewegung am Rande geringer ge- worden, in der mittl. Schicht noch mäs- sige Bewegung.	Ruhe.
5 Uhr: Während der Nacht geht H hindurch;	nichts verändert.	nichts verändert.	nichts verändert.
10. Jan. 11 Uhr:	Fast absolute Ruhe.	in mittl. Schicht noch mässige Le- bendigkeit.	Ruhe.

Ein Blick auf vorstehende Tabelle zeigt, dass z. B. bei dem Heuinfus vom 31. Dec. 76 das erste Stadium drei Tage dauert (vom 3. bis 6. Januar), bei dem Froschinfus vom 31. Dec. 76 dagegen fünf Tage (vom 1. bis 5. Januar), während das Heuinfus vom 19. Dec. 76 sich bereits vollkommen im zweiten Stadium befindet.

Erst kurze Zeit andauernder Wasserstoffstillstand konnte stets

durch Luftdurchsaugen wieder aufgehoben werden und kehrte die frühere Lebendigkeit in grösserem oder geringerem Grade zurück. Auch konnte hier, wie bei CO_2 -Stillstand, der Wechsel von Ruhe und Bewegung eine beliebige Anzahl Male längere Zeit hindurch hervorgeufen werden; doch halten wir es für überflüssig, auch hier eine diesbezügliche Tabelle einzuschalten. Bei bereits längere Zeit bestehendem Stillstande war der genannte Wiederbelebungsversuch vollkommen fruchtlos. Uebrigens constatirten wir auch im Wasserstoff eine fortschreitende Verkleinerung der Organismen, doch hat dies weiter nichts auffallendes, da sich dasselbe, ebenso wie in atmosphärischer Luft, in allen von uns angewandten Gasen — soweit dieselben natürlich nicht sofortige Tödtung bewirken — vollzieht.

Sauerstoff.

Der Sauerstoff, dessen wir uns zu unseren Versuchen bedienten, wurde in der gewöhnlichen Weise aus chlorsaurem Kali und Braunstein dargestellt und in gläsernen Ballons aufgefangen. Die drei Waschflaschen enthielten Wasser, Kalilauge und Silbersalpeter.

Was nun die Einwirkung der Sauerstoffatmosphäre auf die Bacterien anbetrifft, so waren die Resultate von grosser Uebereinstimmung und gleich bei den ersten Versuchen in die Augen springend. Als allgemeiner Satz lässt sich hinstellen, dass der Lebensprocess der Bacterien im O nach jeder Richtung hin erhöht wird. Die Lebenserscheinungen sind intensiver, sowohl was die morphologischen Veränderungen angeht, als auch in Betreff der Beweglichkeit: die Bacterien leben schneller als in atmosphär. Luft. Die Steigerung der Lebensprocesse ist so bedeutend, dass selbst ein ziemlich ansehnlicher Temperaturunterschied, wobei das O-Präparat die Nacht über in dem auskühlenden Zimmer (im December), das in atmosphärischer Luft gehaltene Controllpräparat im Brutofen sich befand, dieselbe nicht zu verhindern vermag. Zweierlei Erscheinungen sind es also, die in der Sauerstoffkammer in's Auge fallen; das erste ist die beschleunigte Bewegung, auf die wir bald zurückkommen werden, als zweiter zieht die mit den Formen vorgehende Veränderung unsere Aufmerksamkeit an. Die im Vergleich zu atmosphärischer Luft und den übrigen von uns verwandten Gasen, im Sauerstoff so enorm beschleunigte Verkleinerung, resp. Theilung und in Folge dessen auch numerische Vermehrung der Formen thut sich schon makroskopisch kund, indem

der Tropfen, der vorher (bei seiner geringen Dicke) ziemlich klar war, nach 2- bis 3mal 24 Stunden fast milchig weiss und total undurchsichtig geworden ist. Zur Illustration der rapiden Formveränderung der Bakterien folge hier die Tabelle eines Präparates, welches acht Tage lang in einer Sauerstoffatmosphäre gehalten wurde. Der Tropfen entstammt einem etwa dreitägigen Infuse.

4. Dec. 11 Uhr:	Meso- und Microbact. (Bewegung nicht sehr lebendig.)
Von 11 Uhr an O durchgeleitet; 5 Uhr:	Nur Microbact. vorhanden. (Bewegung stark beschleunigt.)
Ueber Nacht der Zu- und Abführungsschlauch abgeklemmt. 5. Dec. 11 Uhr:	Sehr kleine Microbakterien. (Noch dieselbe Bewegung.)
11½ Uhr wird der O-Strom wieder in Gang gesetzt. 5 Uhr:	Kleinste Microbact. (Enorme Lebendigkeit.)
Ueber Nacht abgeklemmt. 6. Dec. 10½ Uhr:	Organismen sehr verkleinert und vermehrt. (Bewegung sehr lebendig.)
Von 11 Uhr an O durchgeleitet; 5 Uhr:	Organismen noch viel kleiner geworden, nur Micrococcen vorhanden (Lebendigkeit noch dieselbe.)
Ueber Nacht abgeklemmt. 7. Dec. 10 Uhr:	Die Coccen noch kleiner und zahlreicher geworden; makroskopisch zeigt der Tropfen eine milchartige Trübung. (Bewegung ein wenig träger als gestern.)
Von 10½ Uhr an wieder O durchgeleitet; 6 Uhr:	Die Coccen erscheinen noch verkleinert. (Sehr rege Bewegung.)
Ueber Nacht abgeklemmt. 8. Dec. 10½ Uhr:	Kleinste Micrococcen. (Dieselbe Bewegung durch das ganze Präparat wie gestern.)
Von 11 Uhr an O durchgeleitet. 5 Uhr:	Kleinste Micrococcen. (Bewegung sehr rege.)
Ueber Nacht abgeklemmt.	

Das Experiment wurde mit demselben Präparate noch bis zum 11. Dec. fortgeführt.

Ausser der Formveränderung lehrt uns die vorausgehende Tabelle aber zweitens noch, dass der O ein für unsere Organismen kräftiges Excitans ist, was sich uns durch die enorme Beschleunigung der Bewegungen kund giebt. Wie wir gleich sehen werden, haben wir aber auch hier wieder zwei Stadien zu unterscheiden, indem nämlich die excitirende Wirkung des Sauerstoffs grösser bei jüngeren, als bei älteren Infusen ist, bis schliesslich eine solche sich überhaupt nicht mehr nachweisen lässt.

Sehr anschaulich wird dieses Verhalten durch die folgende

Tabelle gemacht, in welcher sich gleichzeitig in derselben Kammer beobachtete Versuchstropfen aus Infusen verschiedenen Alters zusammengestellt finden¹⁾).

	Heu, infundirt 19. Dec. 76.	Frosch, infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 1. Jan. 77.	Heu, infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 3. Jan. 77.
2 Jan. 5 Uhr N. M.	Microbact. und Coccen, Bewegung ziemlich lebhaft.	Ziemlich grosse Mesobact. Beweg. sehr lebhaft.	
Von 5 Uhr an O durchgeleitet; 6 Uhr:	Bewegung be- schleunigt.	Bewegung ausser- ordentlich lebhaft.	
O-Strom über Nacht unterbrochen. 3. Jan. 11 Uhr:	wie gestern.	Formen verkleinert (Meso- und Micro- bact.) Bewegung sehr lebhaft.	

Neues Präparat.

3. Jan. 3 Uhr:	Microbact. und Coccen, Bewegung zieml. lebhaft.	Organismen z. Th. kleiner, als gestern; Bew. mässig.	
Von 3 Uhr an O durchgeleitet; 5 Uhr:	Bewegung be- schleunigt.	Bewegung sehr lebhaft.	
O-Strom über Nacht unterbrochen. 4. Jan. 10 $\frac{1}{2}$ Uhr:	Coccen; Bewegung wie gestern.	Formen verklei- nert; allgemeine starke Lebendig- keit.	

Neues Präparat.

4. Jan. 11 $\frac{1}{2}$ Uhr:	Microbact. und Coccen. Bewegung mässig und nicht allgemein.	Mesobact. aber kleiner als gestern. Bewegung le- bendig.	Ziemlich grosse Mesobact. Be- wegung sehr le- bendig.
Von 11 $\frac{1}{2}$ Uhr an O durchgeleitet; 3 Uhr:	Bewegung lebhaft.	Bewegung le- bendig.	Bewegung sehr le- bendig.
O-Strom über Nacht unterbrochen; 5. Jan. 12 Uhr:	Bewegung mässig.	Bewegung mässig.	Mässige Bewegung.

1) Vergl. auch die entsprechende H- und CO₂-Tabelle.

	Heu, infundirt 19. Dec. 76.	Frosch, infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 1. Jan. 77.	Heu, infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 3. Jan. 77.
--	--------------------------------	--	---

Neues Präparat.

5. Jan. 12 $\frac{1}{2}$ Uhr:	Microbact. und Coccen, sehr träge.	Kleine Meso- und Microbact. sehr lebendig.	Kleine Mesobact. sehr lebendig.
Von 12 $\frac{1}{2}$ Uhr an O durchgeleitet; 3 Uhr:	Wenig beweglich.	Sehr beweglich.	Sehr beweglich.
5 Uhr:	Bewegung sehr schwach.	Formen verklei- nert (Microbact. u. Coccen) mässig beweglich.	Formen kleiner geworden (Micro- bact.) mässig be- weglich.
Ueber Nacht O-Strom unter- brochen.			
6. Jan. 11 Uhr:	Coccen; schwach beweglich.	Coccen; mässig beweglich,	Coccen, ziemlich lebendig.

Neues Präparat.

6. Jan. 12 Uhr:	Kleine Microbact. u. Coccen von mässiger Lebendig- keit.	Kleine Meso- und Microbact. sehr lebendig.	Kleine Meso- und Microbact. sehr lebendig.
Von 12 Uhr an O durchgeleitet; 3 Uhr:	nichts verändert.	nichts verändert.	besonders in der mittl. Schicht sehr lebendig, doch im allg. keine Ver- mehrung der Be- wegung.
5 Uhr:	Bewegung sehr vereinzelt.	Bewegung geringer geworden.	Bewegung geringer geworden.
Ueber Nacht O-Strom unter- brochen;			
7. Jan. 11 Uhr:	Coccen, sehr mässige Bewegung.	Coccen, Bewegung sehr mässig.	Coccen, Bewegung sehr mässig.

Neues Präparat.

7. Jan. 11 $\frac{1}{2}$ Uhr:	kleinste Microbact. u. Coccen. Beweg. sehr mässig und nicht allgemein.	Microbact. Be- wegung ziemlich lebendig.	Microbact. Be- wegung nicht sehr lebendig.
-------------------------------	---	--	--

	Heu, infundirt 19. Dec. 76.	Frosch, infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 1. Jan. 77.	Heu, infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 3. Jan. 77.
Von 11 $\frac{1}{2}$ Uhr an wurde O durch- geleitet; 3 Uhr: Ueber Nacht O-Strom unter- brochen; 8. Jan. 11 Uhr:	nichts verändert. Fast Ruhe, nur am Rande Bewegung.	nichts verändert. Coccen, nur z. Th. zieml. lebendig.	nichts verändert. Bewegung nur am Rande, in der Mitte fast Ruhe.

Neues Präparat.

8. Jan. 11 $\frac{1}{2}$ Uhr:	Coccen, z. grösst. Th. ruhig	Microbact. und Coccen. Bewegung theilweise ziemlich lebendig.	Microbact. und Coccen, theilweise ziemlich lebendige Bewegung.
Von 11 $\frac{1}{2}$ Uhr an O durchgeleitet: 3 Uhr:	Molecular- bewegung, mit sehr vereinzelt Ausnahmen. 5 Uhr:	In der mittl. Schicht ziemlich lebendige Be- wegung. Bewegung geringer geworden.	Durch das ganze Präparat theil- weise sehr leb- hafte Bewegung. nichts verändert.
Während der Nacht O-Strom unter- brochen; 9. Jan. 11 Uhr:	Ruhe, nur in mittl. Schicht einzelne mässige Be- wegungen.	Ruhe, nur in mittl. Schicht noch theil- weise mässige Be- wegung.	nichts verändert.

Neues Präparat.

9. Jan. 11 $\frac{1}{2}$ Uhr:	Coccen, Bewegung nur äusserst ver- einzelt.	Besonders am Rande lebhafte Be- wegung, nach der Mitte zu weniger. (Microbact. und Coccen.)	Ziemliche Be- wegung durch's ganze Präparat. (Microbact. und Coccen.)
Von 11 $\frac{1}{2}$ Uhr an O durchgeleitet; 3 Uhr:	Nur einzelne Indi- viduen lebhaft, sonst Ruhe.	ziemlich lebendig.	ziemlich lebhafte Bewegung.

	Heu, infundirt 19. Dec. 76.	Frosch, infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 1. Jan. 77.	Heu, infundirt 31. Dec. 76. erste Organismen 3. Jan. 77.
5 Uhr: Während d. Nacht der O-Strom unter- brochen.	nichts verändert.	nichts verändert.	nichts verändert.
10. Jan. 11 Uhr:	fast vollständige Ruhe.	ziemlich lebhafte Bewegung.	ziemlich lebhafte Bewegung.

Ein Blick auf vorstehende Tabelle zeigt sehr deutlich, wie im Anfang bei allen drei Infusen eine Beschleunigung eintritt, wie indess sehr bald der Tropfen aus dem älteren Heuinfus anfängt, sich dem Sauerstoff gegenüber indifferent zu verhalten, bis schliesslich gar keine Einwirkung des genannten Gases (mehr) bemerkbar wird. Zu einer Angabe der Dauer dieser Stadien in Tagen bedarf es jedoch einer längeren Beobachtungszeit, und wir unterlassen dieselbe daher hier.

O z o n.

Gerade entgegengesetzt der Wirkung des gewöhnlichen ist die des sog. activen Sauerstoffs, des Ozon. Die Bereitung desselben geschah auf electrischem Wege mittelst des bekannten v. Babo'schen Apparates. Zur Vermeidung der leicht zersetzbaren und absorbirenden Gummischläuche wurde das Glasrohr des Apparates über eine dem Zuleitungsrohr der Kammer eng anliegende Korkhülse luftdicht befestigt. Der von uns benutzte Ruhmkorff'sche Inductionsapparat war hinreichend stark, um schon nach einigen Secunden bei einem langsam durchstreichenden Luftstrom den charakteristischen Ozongeruch zu erzeugen. Um jedoch die Einwirkung des Ozon auf die Bacterien möglichst rein zu erhalten und die Einflüsse der durch das Electrisiren der Luft hervorgebrachten Stickstoffoxydationen auszuschliessen, benutzten wir durchgängig möglichst reinen Sauerstoff.

Jedesmal wurde der Versuch damit begonnen, dass $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde lang Sauerstoff durch die Kammer geführt wurde, worauf in der Mehrzahl der Fälle — abhängig von dem Alter des Infuses — eine grössere oder geringere Beschleunigung und Vermehrung der Bewegungen eintrat. Dann wurde der Inductionsapparat plötzlich in Gang gesetzt, während der O-Strom ununterbrochen fortging.

Die Wirkung war eine sehr schnelle; zwischen 1 und 5 Minuten, je nach der Dicke der Tropfen, trat völliger Stillstand ein. Die Bacterien verhielten sich dabei ziemlich gleich, ob sie animalischen oder vegetabilischen, jungen oder älteren Infusen entnommen waren. Diese Gleichheit konnte man am besten constatiren, wenn man mehrere Tropfen von möglichst gleicher Grösse aus verschieden-ältrigen Infusen zu gleicher Zeit in derselben Gaskammer beobachtete. Wurde der Inductionsstrom sofort unterbrochen, sobald eine deutliche Verlangsamung der Bewegung eintrat, so konnte in den meisten Fällen durch den reichlich nachströmenden Sauerstoff die alte Beweglichkeit wieder hergestellt werden. Indessen war der Zeitpunkt, bis zu welchem ozonisirt werden durfte, schwankend und nicht genau zu bestimmen. Es geschah auch wohl, dass ein Theil still blieb, der andere aber wiederum in lebhafte Bewegung gerieth. In diesen Fällen waren vermuthlich die am meisten peripheren Schichten des Tropfens allein vollkommen ozonisirt worden, während in das Innere des Tropfens das Gas noch nicht genügend vorge-
drungen war. War einmal allgemeiner Stillstand eingetreten, so erholten sich die Bacterien nie wieder, sie waren getödtet.

Dieses Verhalten ist so evident und ausnahmslos, dass eine Tabelle über die angestellten Versuche anzuführen, unnöthig erscheint. Ozon tödtet die Bacterien in jedem Stadium ihrer Entwicklung in sehr kurzer Zeit, ja man darf wohl sagen augenblicklich, sobald das Gas in hinreichender Concentration auf die Organismen einwirken kann.

Condensirter Sauerstoff.

Es mag hier noch eine vorläufige Mittheilung folgen über Versuche, welche mit condensirtem O ausgeführt wurden. Bekanntlich hat Paul Bert sehr ausgedehnte Versuche mit comprimirtem O gemacht und in jüngster Zeit sie auch auf Fermentationen und Infectionsstoffe verschiedener Art bezogen, ohne jedoch die Erscheinungen während der Einwirkung einer mikroskopischen Untersuchung unterworfen zu haben.

Unsere Experimente an Bacterien wurden in einer eigens dazu construirten Gaskammer, welche später noch beschrieben werden wird, ausgeführt.

Als Resultat stellte sich heraus, dass Bacterien mehr als 6, jedoch weniger als 20 Stunden lang bei einem Druck von 5 bis 7

Atmosphären Sauerstoff ihre Lebensfähigkeit bewahren. Bis zu 6 Stunden war an den Bewegungen durchaus keine Verlangsamung wahrzunehmen, nach 20 Stunden jedoch war in der Kammer absolute Ruhe eingetreten und kehrte in Berührung mit atmosphärischer Luft die Bewegung nicht mehr zurück.

Jedoch bei der jetzigen noch nicht sehr grossen Vollkommenheit des Apparates muss es immerhin noch dahingestellt bleiben, ob wirklich der erhöhte Druck oder andere bis jetzt noch nicht gut auszuschliessende Ursachen den Tod der Bakterien zur Folge haben.

Thun wir nun auf das Gesagte noch einen kurzen Rückblick, so werden wir bei den verschiedenen Gasen gewisse Analogien finden, während auf der andern Seite sich ganz entschiedene Gegensätze geltend machen. So haben wir gesehen, dass in allen von uns verwandten Gasen — immer vorausgesetzt natürlich, dass dieselben nicht sofort tödtlich wirken — dieselbe Verkleinerung der Organismen vor sich geht, wie in atmosphärischer Luft, wenn auch die absolute Zeitdauer dieser morphologischen Veränderung nicht überall dieselbe ist, sondern dieser Process sich vielmehr in den verschiedenen Gasen bald schneller bald langsamer vollzieht. So tritt, wie wir gesehen haben, diese Verkleinerung am rapidesten ein in O-Atmosphäre, während in H die genannte Formveränderung schon langsamer und in CO₂ entschieden am langsamsten vor sich geht. Es fällt uns also hier gleich ein gewisser Zusammenhang auf zwischen der Schnelligkeit der Formverkleinerung und der Schnelligkeit der Bewegungen der Organismen in den verschiedenen Gasen, je intensiver nämlich im Allgemeinen die Beweglichkeit, desto rapider findet die Formverkleinerung der Organismen statt. Da nun sowohl das eine wie das andere der Ausdruck eines erhöhten Lebensprocesses ist, so dürfen wir in der Coincidenz dieser beiden Erscheinungen durchaus nichts Auffallendes finden.

Was nun den Einfluss der Gase auf die Beweglichkeit anlangt, so haben wir gesehen, dass Sauerstoff zunächst immer bewegungsbeschleunigend wirkt, jedoch bei weitem mehr auf neue, als auf ältere Formen. Wasserstoff wirkt ebenfalls beschleunigend, aber nur auf neuere Formen, während seine Wirkung auf ältere im Gegentheil eine paralysirende ist. Kohlensäure-Ströme wirken nur, wenn sie ganz schwach sind, auf frische Bakterien excitirend, stärkere Ströme jedoch wirken immer lähmend

ein, am intensivsten jedoch ebenfalls wiederum auf frische Organismen. Die paralytische Wirkung des Ozon ist eine so schnelle und intensive, dass sich über etwaige bei frischen oder älteren Infusen sich geltend machende Unterschiede nichts Bestimmtes angeben lässt.

Die Wirkung des O als Excitans ja an und für sich klar und analog der Einwirkung dieses Gases auf höhere Organismen. Schwieriger lässt sich die excitirende Wirkung des H einsehen, doch könnte man vielleicht folgende Erklärung geben. Die Bacterien bilden im ersten Stadium ihres Daseins in Folge der noch ungeschwächten Lebensenergie eine ziemlich bedeutende Quantität CO_2 , und diese lähmend auf sie einwirkende CO_2 wird in Folge der Dissociation durch den H ausgetrieben und so die erhöhte Beweglichkeit herbeigeführt, während der von den Bacterien, wie überhaupt jeder lebenden Gewebssubstanz einmal aufgenommene O nicht mehr dissociirt werden kann¹⁾. Freilich wird durch den H der in der den Tropfen umgebenden Atmosphäre enthaltene und zu neuer Aufnahme bestimmte O ebenfalls verdrängt, jedoch wiegt dieser O-Verlust nicht den durch die Fortschaffung der CO_2 geschafften Nutzen auf, da die Bacterien noch in hinreichender Menge O enthalten. Im zweiten Stadium ist nun gerade dieses letztere nicht mehr der Fall, und daher die paralsirende Wirkung.

Was die CO_2 -Ruhe anlangt, so tritt dieselbe genau auf dieselbe Weise ein, wie auch bei allen höheren Organismen, indem nämlich CO_2 als solche aufgenommen wird, und da diese dissociirbar ist, wird die Bewegung sogar durch H wieder hergestellt. Auch der animirende Einfluss sehr verdünnter CO_2 -Strömung zeigt sich bei den Bacterien so wie bei höheren Organismen.

Betreffend die Wirkung des Ozons, so hat sich dieselbe so herausgestellt, wie sich a priori vermuthen liess.

Wir sehen also, dass die zur Verwendung gekommenen Gase — mit theilweiser Ausnahme des H — auf die Bacterien gleiche Einwirkung ausüben, wie dies von Engelmann²⁾ für die Flimmerzellen beschrieben wurde.

Ausserdem scheinen die angeführten Experimente noch zu be-

1) Vergl. Voordracht van Prof. Donders: Over het chemisme der ademhaling. Nederlandsch tydscrift voor geneeskunde. Tweede reeks. Tiende jaargang. Tweede afdeeling. pag. 228 ff.

2) Ueber die Flimmerbewegung. Leipzig 1868.

weisen, dass Bacterien zu ihrem Leben durchaus nicht des freien O bedürfen, sondern unter Abschluss desselben existiren können, wie dies ja von den Vibrionen d. h. den Organismen der Milchsäure- und Buttersäuregährung speciell hinreichend feststeht. Vielleicht besitzen alle Bacterien die Fähigkeit bei Mangel an freiem O geeignete Verbindungen ihrer Entwicklungsflüssigkeiten zu decomponiren und den O daraus an sich zu reissen. Dieselben würden also auf diese Weise vollkommen, je nach den gegebenen Verhältnissen, im Sinne Pasteur's die Rolle von Aërobien und Anaërobien zu spielen im Stande sein.

Nochmalige besondere Hervorhebung verdient der Umstand, dass die Wirkung aller Gase (vielleicht mit Ausnahme von Ozon) im Einzelnen sehr wesentlich davon abhing, ob die Bacterien frischen oder älteren Infusen entnommen waren. Im ersteren Falle wirkte z. B. CO_2 sehr schnell, im zweiten nur äusserst langsam lähmend, anfangs selbst nicht selten excitirend. Auch konnten im zweiten Falle die Bewegungen noch nach stundenlanger Einwirkung reiner CO_2 durch Luft, ja durch H wieder hervorgerufen werden. Noch ältere Präparate verhielten sich gegen CO_2 wieder mehr wie frische. Umgekehrt vertrugen frisch gezüchtete Bacterien den Aufenthalt in möglichst vollkommen von O befreitem H sehr viel besser als ältere: ihre Bewegungen beschleunigten sich anfangs sehr beträchtlich und zeigten selbst nach Tagen kaum einige Abnahme, während ältere, die zur gleichen Zeit in der nämlichen feuchten Kammer dem gleichen Wasserstoffstrom ausgesetzt waren, schon nach wenigen Stunden zur Ruhe gelangten.

Zum Schlusse sei noch gesagt, dass vorstehende Untersuchungen hauptsächlich nur nach zwei Richtungen hin angestellt wurden: 1) in Bezug auf die Beweglichkeit, als der am meisten in die Augen fallenden Lebenserscheinung, 2) in Bezug auf die Formveränderung der Organismen. Der in den Bacterien selbst vorgehende Chemismus dagegen, sowie die Veränderungen, welche die Ernährungsflüssigkeiten erfahren, wird noch Gegenstand fernerer Untersuchungen sein.