

Beiträge zur Biochemie der Mikroorganismen.

Von

Hartwig Franzen.

VI. Mitteilung.¹⁾

Über die Vergärung der Ameisensäure durch Bacillus prodigiosus in konstant zusammengesetzten Nährböden.

Von

Hartwig Franzen und F. Egger.

(Mitteilung aus dem chemischen Institut der Universität Heidelberg.)

(Der Redaktion zugegangen am 26. April 1912.)

Hartwig Franzen und G. Greve²⁾ haben früher versucht die Vergärung der Ameisensäure durch verschiedene Bakterienarten quantitativ zu verfolgen. Es konnte mit großer Wahrscheinlichkeit gezeigt werden, daß es möglich ist, reproduzierbare Werte der Ameisensäurevergärung zu erhalten, wenn die Versuchsbedingungen absolut konstant erhalten werden.

Es wurde gefunden, daß die Menge der in der Zeiteinheit vergorenen Ameisensäure abhängig ist:

1. Von dem physiologischen Zustand des betreffenden Bakteriums.
2. Von der Menge des betreffenden Bakteriums.
3. Von der Temperatur.
4. Von der Konzentration der Ameisensäure.
5. Von der Zusammensetzung der Nährlösung.
6. Von dem Luftwechsel.

¹⁾ 5. Mitteilung: Diese Zeitschrift Bd. 77, S. 129 (1912).

²⁾ Diese Zeitschrift Bd. 64, S. 169 (1910); Bd. 67, S. 251 (1910); Bd. 70, S. 19 (1910).

Sind alle diese Faktoren bei verschiedenen Versuchen gleich, so muß durch ein und dasselbe Bakterium jedesmal dieselbe Menge Ameisensäure vergoren werden.

Von diesen sechs Faktoren konnten damals 2, 3 und 4 sicher gleichmäßig gestaltet werden. Ferner wurde angenommen, daß der physiologische Zustand der Bakterien konstant blieb und die gefundenen Abweichungen auf die Verschiedenheit der Zusammensetzung der Nährlösung und auf den verschiedenen Luftwechsel zurückgeführt.

Wir haben nun versucht, auch die Zusammensetzung der Nährlösung und den Luftwechsel gleichmäßig zu gestalten und dieselben damals verwendeten Bakterienarten unter diesen neuen Umständen quantitativ auf ihr Vergärungsvermögen gegenüber Ameisensäure untersucht, um zu sehen, ob es unter diesen neuen Umständen möglich ist, zu reproduzierbaren Werten zu gelangen.

Bei den Versuchen von Hartwig Franzen und G. Greve wurde ausschließlich Bouillon als Nährlösung verwendet. Es konnte damals gezeigt werden, daß es unter Umständen möglich ist, bei verschiedenen Darstellungsweisen einen gleichmäßigen Nährboden zu gewinnen, daß aber im allgemeinen Bouillon-sorten von ungleichmäßiger Zusammensetzung erhalten werden. Diesem Übelstand kann man zum Teil dadurch abhelfen, daß man sich für eine große Zahl von Versuchen die nötige Menge (mehrere 100 Liter) Bouillon herstellt; aber wenn diese verbraucht ist, wird man sich neue bereiten müssen, die dann wieder eine andere Zusammensetzung besitzt. Auch ist man nicht sicher, ob die Bouillon beim Aufbewahren nicht ihre chemische Zusammensetzung ändert. Ferner dürfte es schwierig sein, eine so große Menge Nährboden keimfrei aufzubewahren. Wir haben deshalb bei der Ausführung der folgenden Versuche künstliche Nährböden, die man durch genaues Abwägen ihrer Komponenten jedesmal von absolut gleicher Zusammensetzung gewinnen kann, benutzt.

Bei der Zusammensetzung der Nährböden haben wir uns im allgemeinen nach den schon bekannten Vorschriften gerichtet; wir haben aber die einzelnen Substanzen im Verhältnis ihrer

Molekulargewichte abgewogen. Die verwendete Nährlösung enthielt in einem Liter:

80 MM	12,0077	g	Asparagin	$C_4H_8O_3N_2 + H_2O$
30	>	5,4027	>	Glukose $C_6H_{12}O_6$
10	>	1,3617	>	Kaliumphosphat KH_2PO_4
20	>	2,1220	>	Natriumcarbonat Na_2CO_3
1	>	0,2465	>	Magnesiumsulfat $MgSO_4 \cdot 7H_2O$
1	>	0,2191	>	Calciumchlorid $CaCl_2 \cdot 6H_2O$
$\frac{1}{100}$	>	0,00278	>	Ferrosulfat $FeSO_4 \cdot 7H_2O$

Die Bereitung der Nährlösung kann nicht in der Weise geschehen, daß man die abgewogenen Mengen der einzelnen Substanzen in Wasser zu einem Liter löst, da hierbei ein Niederschlag entsteht und dieser das gleichmäßige Verteilen der Nährlösung in die einzelnen Versuchskolben unmöglich macht. Es ist deshalb notwendig, die Lösung der einzelnen Substanzen erst in den Versuchskolben miteinander zu mischen. Zu diesem Zwecke werden zu 500 ccm gelöst: das Asparagin, der Traubenzucker, das Magnesiumsulfat und das Ferrosulfat, zu 250 ccm das Calciumchlorid und ebenfalls zu 250 ccm die Soda und das Kaliumphosphat. Das Eisenvitriol wurde der Einfachheit wegen in der 100fachen Menge abgewogen, zu einem Liter gelöst und von dieser Lösung 10 ccm zu dem Asparagin, Traubenzucker und Magnesiumsulfat hinzugegeben. — Das Calciumchloridhexahydrat konnte wegen seiner Eigenschaft, Wasser anzuziehen, nicht genau abgewogen werden; es wurden deshalb annähernd 20 g zu einem Liter gelöst, durch Analyse der Gehalt an Calciumchloridhexahydrat festgestellt und dann mit einer Bürette von dieser Lösung die der oben angegebenen Menge Calciumchloridhexahydrat entsprechende Anzahl Kubikzentimeter abgemessen und zu 250 ccm aufgefüllt. Von den so erhaltenen 3 Lösungen wurden von der ersten 50 ccm und von den beiden anderen je 25 ccm in die Versuchskolben gegeben. — Das Asparagin, die Glukose und die Salze wurden von Kahlbaum bezogen. Es gelangte das gewöhnliche Asparagin und von wasserfreiem Traubenzucker die Marke «Kahlbaum» zur Verwendung. Diese Nährlösung läßt sich jedesmal in genau

gleicher Zusammensetzung wieder herstellen; die Forderung, daß die Nährlösung eine gleichmäßige Zusammensetzung haben muß, ist also für die folgenden Versuche erfüllt.

Das Beimpfen der einzelnen Versuchskolben wurde nach einer schon von Hartwig Franzen und G. Greve angegebenen Methode ausgeführt. Von einer frischen Agarstrichkultur wurde eine Platinöse voll Bakterienmasse entnommen und in einem Reagenzglase, welches mit der Nährlösung beschickt war, gut verteilt. In dieser Weise wurden 2 Reagenzgläser geimpft und 24 Stunden bei der Versuchstemperatur stehen gelassen. Aus den Reagenzgläsern wurde dann, nachdem gut umgeschüttelt worden war, mit einer sterilen Pipette 5 ccm Flüssigkeit entnommen und in je einen mit 100 ccm Nährlösung gefüllten Erlenmeyer-Kolben gegeben und wieder 24 Stunden bei der Untersuchungstemperatur stehen gelassen. Dann wurden aus jedem Kolben 10 eigentliche Versuchskolben durch Übertragung von zehnmal 5 ccm Flüssigkeit geimpft. Die aus dem einen Versuchskolben geimpften Versuchskolben erhielten die Nummern 1—10, die aus dem anderen geimpften die Nummern 11—20.

Durch die Methode der Impfung wird nun bei der Beschickung der eigentlichen Versuchskolben mit der Nährlösung eine Änderung in der Menge der abzuwägenden Substanzen, sowie in der in die Kolben einzufüllenden Flüssigkeitsmenge notwendig, da ja auch die 5 ccm Impfflüssigkeit Nährsalze enthalten und auch das Flüssigkeitsvolumen der eigentlichen Kulturkolben vergrößern. Diese 5 ccm Impfflüssigkeit müssen sowohl ihrem Volumen nach, als auch nach der Menge der in ihnen enthaltenen Nährsubstanzen in Rechnung gezogen werden. Es dürfen also nur 95 ccm Nährlösung von der richtigen Zusammensetzung in den eigentlichen Versuchskolben vor der Impfung vorhanden sein. Um dies zu erreichen, werden abgewogen und zu 500 ccm gelöst

Asparagin	12,6748	g
Glukose	5,7029	»
Magnesiumsulfat	0,2603	»
Ferrosulfat	0,002935	»

Zu 250 ccm werden gelöst

Natriumcarbonat 2,5199 g

Kaliumphosphat 1,6170 "

Zu 250 ccm werden gelöst

Calciumchlorid 0,2602 g.

In die einzelnen Versuchskolben werden dann gefüllt 45 ccm der ersten und je 20 ccm der beiden anderen Lösungen werden noch 10 ccm Wasser hinzugefügt. Werden jetzt die 5 ccm Impf-
flüssigkeit hinzugegeben, so enthält jeder Kolben 100 ccm Nähr-
lösung von der weiter oben angegebenen Zusammensetzung. Jedem Kolben wird außerdem noch $\frac{1}{100}$ Grammmolekül Ameisen-
säure als Natriumformiat hinzugefügt. Die berechnete Menge Natriumformiat 8,5072 g wurde mit dem Calciumchlorid zu-
sammen zu 250 ccm gelöst und je 20 ccm dieser Lösung in die einzelnen Kolben gegeben. Das für die Versuche verwendete Natriumformiat wurde von Kahlbaum bezogen, umkrystallisiert und im Vakuumexsikkator getrocknet. Mehrere Analysen zeigten, daß das Salz rein war.

Bei den früheren Versuchen von Hartwig Franzen und C. Greve wurden als Kulturkolben Erlenmeyer-Kolben, die mit dem in der Bakteriologie üblichen Wattepfropfen verschlossen waren, benutzt. Ein solcher Wattepfropfen gewähr-
leistet nun keineswegs einen gleichmäßigen Luftwechsel. Der Wattepfropfen ist einmal etwas kürzer, einmal etwas länger, einmal ist er etwas fester gestopft, ein anderes Mal etwas lockerer, mitunter ist er von Wasserdämpfen durchfeuchtet, mitunter ist er trocken. Alle diese Verschiedenheiten bedingen natürlich eine ungleichmäßige Porosität und dadurch einen ungleichmäßigen Luftwechsel. Um nun einen gleichmäßigen Luft-
wechsel zu erzielen, haben wir für die folgenden Versuche einen von Hartwig Franzen¹⁾ angegebenen Kolben benutzt, der bei sicherlich gleichmäßiger Luftzufuhr trotzdem Keim-
freiheit für wenigstens 8 – 10 Tage sichert. Der Kolben besteht aus einem 200 ccm fassenden Erlenmeyer-Kolben mit etwa 5—6 cm langem Hals, dessen Ränder nicht umgeschmolzen

¹⁾ Zentralblatt für Bakter., II. Abtlg., Bd. 30 (1911), S. 232.

sind. Auf dem oberen konischen Teil des Kolbens kann ein Kragen von Messingblech, der drei Stützen trägt, aufgesetzt werden. Auf diesen Stützen ruht ein oben zugeschmolzenes 8—9 cm langes und 4 cm weites Glasrohr. Der Zwischenraum zwischen dem Hals und dem übergestülpten Glasrohr beträgt ca. 1 cm und die Entfernung der Öffnung des Kolbens von dem Glasrohr 1,5 cm.

Die mit der Nährlösung beschickten und geimpften Kolben wurden in Ostwaldsche Thermostaten, welche eine Gleichmäßigkeit der Temperatur von $\pm 0,1^\circ$ gewährleisten, gestellt und nach einer bestimmten Zeit die vorhandene Menge Ameisensäure nach einer von uns angegebenen Methode bestimmt.

Die für die Versuche notwendigen Bakterienkulturen wurden von Král in Prag bezogen; sie wurden bei Zimmertemperatur auf Agar fortgezüchtet.

Von den Bedingungen, von welchen die Gleichmäßigkeit der Vergärung der Ameisensäure abhängig ist, sind bei unseren Versuchen, wie aus der eben geschilderten Versuchsanordnung hervorgeht, sicher erfüllt 3., 4., 5. und 6. Gleichmäßigkeit der Temperatur, der Konzentration der Ameisensäure, der Zusammensetzung der Nährlösung und des Luftwechsels. Daß die Bakterienmenge ebenfalls gleichmäßig war, soll später gezeigt werden. Der physiologische Zustand der Bakterien änderte sich jedoch während der Versuchsdauer, wie ebenfalls später gezeigt werden soll.

Zunächst soll das gewonnene Zahlenmaterial aufgeführt werden und seine kritische Besprechung erst später erfolgen. Die Anordnung des Zahlenmaterials ist dieselbe, nur in etwas vereinfachter Weise, wie in den Arbeiten von Hartwig Franzen und G. Greve. Es wurden auch diesmal wieder die relativen und die absoluten Werte aufgeführt, um einen guten Vergleich zu ermöglichen.

17°.

Tabelle Nr. 1. — 1. Tag 2. VII. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,7271	0,4620	100,38	+0,0018	+0,38
2	3	4,8844	0,4773	103,72	+0,0171	+3,72
3	5	5,0357	0,4921	106,94	+0,0319	+6,94
4	7	4,8782	0,4767	103,59	+0,0165	+3,59
5	9	4,7821	0,4673	101,32	+0,0071	+1,32

Tabelle Nr. 2. — 1. Tag 2. VII. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,7170	0,4610	100,17	+0,0008	+0,17
2	4	4,8393	0,4729	102,77	+0,0127	+2,77
3	6	5,0113	0,4897	106,42	+0,0295	+6,42
4	8	4,8999	0,4789	104,05	+0,0187	+4,05
5	10	4,7493	0,4642	100,85	+0,0042	+0,85

Mittlere Tabelle der relativen Werte.

+ 0,28

+ 3,25

+ 6,68

+ 3,82

+ 1,09

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der
mittleren Tabelle.

1

+ 0,10

+ 0,47

+ 0,26

+ 0,23

+ 0,23

2

- 0,11

- 0,48

- 0,26

+ 0,24

- 0,23

Mittlere Tabelle der absoluten Werte.

+ 13
 + 149
 + 307
 + 176
 + 57

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der
mittleren Tabelle.

1	2
+ 5	- 5
+ 22	- 22
+ 12	- 12
- 11	+ 11
+ 14	- 15

Tabelle Nr. 3. — 1. Tag 9. VII. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,6775	0,4571	99,33	-0,0031	-0,67
2	3	4,7761	0,4668	101,42	+0,0066	+1,42
3	5	4,9615	0,4849	105,36	+0,0247	+5,36
4	7	5,1201	0,5004	108,73	+0,0402	+8,73
5	9	5,0690	0,4954	107,64	+0,0352	+7,64

Tabelle Nr. 4. — 1. Tag 9. VII. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,6963	0,4589	99,73	-0,0013	-0,27
2	4	4,7637	0,4656	101,16	+0,0054	+1,16
3	6	4,9570	0,4844	105,27	+0,0242	+5,27
4	8	verunglückt				
5	10	5,0717	0,4956	107,68	+0,0354	+7,68

Mittlere Tabelle der relativen Werte.

— 0,47
 + 1,29
 + 5,32
 + 8,73
 + 7,66

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

3	4
+ 0,20	— 0,20
+ 0,13	— 0,13
+ 0,04	— 0,05
+ 0,00	—
— 0,02	+ 0,02

Mittlere Tabelle der absoluten Werte.

— 22
 + 60
 + 245
 + 402
 + 353

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

3	4
+ 9	— 9
+ 6	— 6
+ 2	— 3
+ 0	—
— 1	+ 1

Tabelle Nr. 5. — 1. Tag 5. XI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,7484	0,4640	100,70	+0,0038	+0,70
2	3	4,9646	0,4852	105,30	+0,0250	+5,43
3	5	4,9862	0,4873	105,89	+0,0271	+5,89
4	7	4,7497	0,4642	100,86	+0,0040	+0,86
5	9	4,5017	0,4399	95,60	—0,0203	—4,40

Tabelle Nr. 6. — 1. Tag 5. XI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,7212	0,4614	100,26	+0,0012	+0,26
2	4	4,9915	0,4877	105,98	+0,0275	+5,98
3	6	4,9753	0,4862	105,65	+0,0260	+5,65
4	8	4,7439	0,4636	100,74	+0,0034	+0,74
5	10	4,5188	0,4416	95,96	-0,0186	-4,04

Tabelle Nr. 7. — 1. Tag 5. XI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Nach vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	11	4,7873	0,4679	101,60	+0,0077	+1,60
2	13	4,9411	0,4829	104,93	+0,0227	+4,93
3	15	4,9635	0,4851	105,40	+0,0249	+5,40
4	17	4,7560	0,4648	101,00	+0,0046	+1,00
5	19	4,5140	0,4411	95,86	-0,0191	-4,14

Tabelle Nr. 8. — 1. Tag 5. XI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	12	4,7708	0,4662	101,30	+0,0060	+1,3
2	14	4,9821	0,4869	105,80	+0,0267	+5,8
3	16	verunglückt				
4	18	4,7223	0,4615	100,28	+0,0013	+0,28
5	20	4,5463	0,4443	96,50	-0,0159	-3,5

Mittlere Tabelle der relativen Werte.

+ 0,97
+ 5,54
+ 5,65
+ 0,72
- 4,02

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

5	6	7	8
- 0,27	- 0,73	+ 0,63	+ 0,33
- 0,11	+ 0,44	- 0,61	+ 0,26
+ 0,24	+ 0,00	- 0,25	—
+ 0,14	+ 0,02	+ 0,28	+ 0,44
+ 0,38	+ 0,02	+ 0,12	+ 0,25

Mittlere Tabelle der absoluten Werte.

+ 47
+ 255
+ 260
+ 33
- 185

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

5	6	7	8
- 9	- 35	+ 30	+ 13
- 5	+ 20	- 28	+ 12
+ 11	+ 0	- 11	—
+ 7	+ 1	+ 13	- 20
+ 18	+ 1	+ 6	- 26

Tabelle Nr. 9. — 1. Tag 27. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	verunglückt				
2	3	4,7708	0,4662	101,33	+0,0060	+ 1,33
3	5	5,0702	0,4955	107,67	+0,0353	+ 7,67
4	7	4,9275	0,4815	104,64	+0,0213	+ 4,64
5	9	verunglückt				

Tabelle Nr. 10. — 1. Tag 27. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	verunglückt				
2	4	4,7885	0,4680	101,68	+0,0078	+1,68
3	6	5,0628	0,4948	107,51	+0,0346	+7,51
4	8	4,9340	0,4822	104,78	+0,0220	+4,78
5	10	verunglückt				

Tabelle Nr. 11. — 1. Tag 27. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	11	verunglückt				
2	13	4,7900	0,4681	101,72	+0,0081	+1,72
3	15	4,9841	0,4871	105,87	+0,0269	+5,87
4	17	4,9446	0,4832	105,00	+0,0210	+5,00
5	19	verunglückt				

Tabelle Nr. 12. — 1. Tag 27. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	12	verunglückt				
2	14	4,7561	0,4648	101,00	+0,0046	+1,00
3	16	5,0587	0,4944	107,43	+0,0342	+7,43
4	18	4,9670	0,4854	105,47	+0,0252	+5,47
5	20	verunglückt				

Makroskopische Beobachtungen zu den
Tabellen 9, 10, 11, 12.

- I. Tag. Alle Kolben gleichmäßig, die Trübung äußerst gering, jedoch überall vorhanden, bei 1 — 10 vielleicht etwas stärker.
- II. Tag. Alle gleichmäßig, nicht sehr stark, aber deutlich trüb mit Neigung zur Ringbildung.
- III. Tag. Alle gleichmäßig trüb, schwacher Ansatz am Rand.
- IV. Tag. Alle gleichmäßig stark getrübt, sonst unverändert.
- V. Tag. Alle gleichmäßig, Flüssigkeit deutlich rosa, schwach roter Ring am Rand.

Mittlere Tabelle der relativen Werte.

2. Tag + 1,43

+ 7,54 ohne Tabelle Nr. 11.

+ 4,98

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der
mittleren Tabelle.

9	10	11	12
- 0,10	+ 0,25	+ 0,25	- 0,43
+ 0,13	- 0,03	<u>- 1,67</u>	- 0,11
- 0,34	- 0,20	- 0,02	+ 0,51

Mittlere Tabelle der absoluten Werte.

2. Tag + 66

+ 347 ohne Nr. 11.

+ 224

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der
mittleren Tabelle.

9	10	11	12
- 6	+ 12	+ 15	- 20
+ 6	- 1	<u>- 78</u>	- 5
- 11	- 4	- 19	+ 28

Vergleich der mittleren Tabellen der relativen Werte.

1, 2	4, 3	5-8	9-12
+ 0,28	- 0,47	+ 0,97	-
+ 3,25	+ 1,29	+ 5,54	+ 1,43
+ 6,68	+ 5,32	+ 5,65	+ 7,54
+ 3,82	+ 8,73	+ 0,72	+ 4,98
+ 1,09	+ 7,66	- 4,02	-

ohne Tabelle 11.

Vergleich der mittleren Tabellen der absoluten Werte.

1, 2	3, 4	5-8	9-12
+ 13	- 22	+ 47	-
+ 149	+ 60	+ 255	+ 66
+ 307	+ 245	+ 260	+ 347
+ 146	+ 402	+ 33	+ 224
+ 57	+ 353	+ 185	-

ohne Nr. 11

Vergleich der gefundenen relativen Werte.

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	+0,38	+0,17	-0,67	-0,27	+0,70	+0,26	+1,6	+1,3	—	—	—	—
2	+3,72	+2,77	+1,42	+1,16	+5,43	+5,98	+4,93	+5,8	+1,33	+1,68	+1,72	+1,00
3	+6,94	+6,42	+5,36	+5,27	+5,89	+5,65	+5,40	—	+7,67	+7,51	+5,87	+7,43
4	+3,59	+4,05	+8,73	—	+0,86	+0,74	+1,00	+0,28	+4,64	+4,78	+5,00	+5,47
5	+1,32	+0,85	+7,64	+7,68	-4,40	-4,04	-4,14	-3,5	—	—	—	—

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	+0,38	+0,17	-0,67	-0,27	+0,70	+0,26	+1,60	+1,30	—	—	—	—
2	+3,34	+2,60	+2,09	+1,43	+4,73	+5,72	+3,33	+4,50	—	—	—	—
3	+3,22	+3,65	+3,94	+4,11	+0,46	-0,33	+0,47	—	+6,34	+5,83	+4,15	+6,43
4	-3,35	-2,37	+3,37	—	-5,03	-4,91	-4,4	—	-3,03	-2,73	-0,87	-1,93
5	-2,27	-3,20	-1,09	—	-5,26	-4,78	-5,14	-3,78	—	—	—	—

Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	+ 18	+ 8	- 31	- 13	+ 38	+ 12	+ 77	+ 60	-	-	-	-
2	+ 171	+ 127	+ 66	+ 54	+ 250	+ 275	+ 227	+ 267	+ 60	+ 78	+ 81	+ 46
3	+ 319	+ 295	+ 247	+ 242	+ 271	+ 260	+ 249	-	+ 353	+ 346	+ 269	+ 342
4	+ 165	+ 187	+ 402	-	+ 40	+ 34	+ 46	+ 13	+ 213	+ 220	+ 210	+ 252
5	+ 71	+ 42	+ 352	+ 354	- 203	- 186	- 186	- 159	-	-	-	-

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	+ 18	+ 8	- 31	- 13	+ 38	+ 12	+ 77	+ 60	-	-	-	-
2	+ 153	+ 135	+ 97	+ 67	+ 212	+ 263	+ 150	+ 207	+ 60	+ 78	+ 81	+ 46
3	+ 148	+ 168	+ 181	+ 188	+ 21	- 3	+ 22	-	+ 293	+ 268	+ 188	+ 298
4	- 154	- 108	+ 185	-	- 231	- 226	- 203	-	- 140	- 126	- 59	- 90
5	- 94	- 145	- 50	-	- 243	- 220	- 237	- 162	-	-	-	-

Wie aus dem Vergleich der gefundenen Werte hervorgeht, ist die Aufstellung einer gemeinsamen mittleren Tabelle nicht angängig. Die Gärtätigkeit hält sich zwar am ersten Tage in vergleichbaren Grenzen, dann treten jedoch große Differenzen auf.

Zwischen den Versuchen in Tabelle 1 und 2 und Tabelle 3 und 4 liegt eine Zeit von 8 Tagen, zwischen diesen und den in Tabelle 5—8 eine Zeit von 4 Monaten. In einem Abstand von weiteren 2 $\frac{1}{2}$ Monaten wurden dann die in Tabelle 9—12 aufgeführten Versuche angestellt. Wie ersichtlich, stimmen die zu gleicher Zeit angestellten Versuche immer gut überein, differieren jedoch stark von den zu anderen Zeiten unternommenen.

Die in Tabelle 3 und 4 erscheinende Eigentümlichkeit, daß am ersten Tage Ameisensäure vergoren und am darauffolgenden Ameisensäure gebildet wird, dürfte auf Analysenfehler zurückzuführen sein.

21°.

Tabelle Nr. 13. — 1. Tag 12. XI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,9322	0,4820	104,73	+0,0218	+ 4,73
2	3	5,0724	0,4957	107,72	+0,0355	+ 7,72
3	5	4,7174	0,4611	100,20	+0,0009	+ 0,20
4	7	4,5708	0,4467	97,06	−0,0135	− 2,94
5	9	4,2429	0,4147	90,10	−0,0455	− 9,90

Tabelle Nr. 14. — 1. Tag 12. XI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,9233	0,4812	104,55	+0,0210	+ 4,55
2	4	5,0959	0,4980	108,21	+0,0378	+ 8,21
3	6	4,7516	0,4640	100,83	+0,0038	+ 0,83
4	8	4,5588	0,4455	96,81	−0,0147	− 3,19
5	10	4,2483	0,4152	90,21	−0,0450	− 9,79

Makroskopische Beobachtungen zu den Tabellen Nr. 13 und 14.

- I. Tag. Alle Kolben gleichmäßig getrübt, an der Oberfläche feine Schuppen.
 II. Tag. Alle Kolben gleichmäßig stärker getrübt, am Rande leichter rosa Ring.
 III. Tag. Alle Kolben gleichmäßig, starker rosa Ring.
 IV. Tag. Alle Kolben gleichmäßig, Flüssigkeit rosa, dicker roter Ring.
 V. Tag. Alle Kolben gleichmäßig, dicker tiefroter Ring, Flüssigkeit stark rosa.

Tabelle Nr. 15. — 1. Tag 19. XI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,9379	0,4826	104,86	+0,0224	+ 4,86
2	3	5,0514	0,4937	107,26	+0,0335	+ 7,26
3	5	4,9252	0,4813	104,60	+0,0211	+ 4,60
4	7	4,6294	0,4524	98,31	-0,0078	- 1,69
5	9	4,2952	0,4198	91,21	-0,0404	- 8,79

Tabelle Nr. 16. — 1. Tag 16. XI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,9949	0,4881	106,07	+0,0279	+ 6,07
2	4	5,1522	0,5035	109,4	+0,0433	+ 9,4
3	6	4,7451	0,4637	100,76	+0,0035	+ 0,76
4	8	4,6741	0,4568	99,26	-0,0034	- 0,74
5	10	4,2956	0,4198	91,22	-0,0404	- 0,78

Makroskopische Beobachtungen zu den Tabellen Nr. 15 und 16.

- I. Tag. Alle Kolben gleichmäßig schwach getrübt.
 II. Tag. Alle Kolben gleichmäßig stärker getrübt, leichter rosa Ring.

- III. Tag. Alle Kolben gleichmäßig, Flüssigkeit rosa, der Ring stärker.
- IV. Tag. Alle Kolben gleichmäßig, die Farbe des Ringes jetzt rot.
- V. Tag. Alle Kolben gleichmäßig, die Flüssigkeit stark rot, der Ring hat sich in Flocken zerteilt und bedeckt, karmoisinrot gefärbt, die ganze Oberfläche.

Tabelle Nr. 17. — 1. Tag 19. XI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	11	4,8879	0,4777	103,80	+0,0175	+ 3,80
2	13	5,1080	0,4992	108,47	+0,0390	+ 8,47
3	15	4,7309	0,4623	100,46	+0,0021	+ 0,46
4	17	4,6572	0,4551	98,90	-0,0051	- 1,10
5	19	verunglückt				

Tabelle Nr. 18. — 1. Tag 19. XI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	12	4,0253	0,3934	85,48	-0,0668	- 14,52
2	14	2,2915	0,2240	48,66	-0,2362	- 51,34
3	16	4,7331	0,4626	100,5	+0,0026	+ 0,5
4	18	4,6505	0,4545	98,76	-0,0057	- 1,24
5	20	4,2871	0,4190	91,04	-0,0412	- 8,96

Makroskopische Beobachtungen zu den Tabellen Nr. 17 und 18.

- I. Tag. Alle Kolben gleichmäßig schwach getrübt.
- II. Tag. Alle Kolben gleichmäßig, stärker getrübt mit leichtem rosa Ring.
- III. Tag. Alle Kolben gleichmäßig, Flüssigkeit schwach rosa, der Ring stärker geworden, bei Kolben 16 stärkere Farbstoffbildung.

IV. Tag. Alle Kolben gleichmäßig rot gefärbt, der Ring noch breiter.

V. Tag. Alle Kolben gleichmäßig stark rot. Der Ring losgelöst, in karmoisinroten Flocken die Oberfläche bedeckend.

Mittlere Tabelle der relativen Werte.

+ 4,8 ohne Nr. 18
 + 8,21 ohne Nr. 18
 + 0,55 ohne Nr. 15
 — 1,82
 — 9,24

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

13	14	15	16	17	18
— 0,07	— 0,25	+ 0,06	+ 1,27	— 1,00	+ 19,32
— 0,49	+ 0,00	— 0,95	+ 1,19	+ 0,26	+ 59,55
— 0,35	+ 0,28	+ 4,05	+ 0,21	— 0,09	— 0,05
— 1,12	+ 1,37	— 0,13	— 1,03	— 0,72	— 0,58
— 0,66	+ 0,55	— 0,45	— 0,46	—	— 0,28

Mittlere Tabelle der absoluten Werte.

+ 221 ohne 18
 + 378 ohne 18
 + 26 ohne 15
 — 84
 — 425

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

13	14	15	16	17	18
— 3	— 11	+ 3	+ 58	— 46	+ 889
— 23	+ 0	— 43	+ 55	+ 12	+ 2740
— 17	+ 12	+ 185	+ 9	— 5	+ 0
+ 51	+ 63	— 6	— 50	— 33	— 27
+ 30	+ 25	— 21	— 21	—	— 13

Tabelle Nr. 19. — 1. Tag 3. II. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH g	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	verunglückt				
2	3	4,9165	0,4805	104,40	+0,0203	+ 4,40
3	5	4,6958	0,4589	99,72	-0,0013	- 0,28
4	7	4,3162	0,4218	91,66	-0,0384	- 8,34
5	9	4,0760	0,3983	85,55	-0,0619	-13,45

Tabelle Nr. 20. — 1. Tag 3. II. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	verunglückt				
2	4	4,8927	0,4781	103,90	+0,0179	+ 3,90
3	6	4,6751	0,4569	99,28	-0,0033	- 0,72
4	8	4,2992	0,4202	91,30	-0,0400	- 8,70
5	10	4,0453	0,3953	85,91	-0,0649	-14,09

Tabelle Nr. 21. — 1. Tag 3. II. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	11	verunglückt				
2	13	4,9732	0,4860	105,61	+0,0258	+ 5,61
3	15	4,7455	0,4638	100,78	+0,0036	+ 0,78
4	17	4,3009	0,4203	91,33	-0,0339	- 8,67
5	19	4,0615	0,3969	86,25	-0,0633	-13,75

Tabelle Nr. 22. — 1. Tag 3. II. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	12	verunglückt				
2	14	5,0104	0,4897	106,41	+0,0295	+ 6,41
3	16	4,6928	0,4586	99,65	-0,0016	- 0,35
4	18	4,3096	0,4212	91,52	-0,0390	- 8,48
5	20	4,0677	0,3975	86,38	-0,0627	-13,62

Makroskopische Beobachtungen zu den
Tabellen Nr. 19—22.

- I. Tag. Alle Kolben gleichmäßig mit deutlicher, aber nicht zu starker Trübung.
- II. Tag. Alle Kolben gleichmäßig stark getrübt, Flüssigkeit schwach gelb.
- III. Tag. Wie am zweiten Tag, am Rand stellenweise rosa Ring.
- IV. Tag. Die Flüssigkeit ist jetzt rosa gefärbt, der Ansatz am Rand deutlicher.
- V. Tag. Der Ring ist noch stärker geworden, sonst keine Änderung.

Mittlere Tabelle der relativen Werte.

$$\begin{aligned}
 &2. \text{ Tag } + 5,08 \\
 &\quad + 0,45 \text{ ohne Nr. 21} \\
 &\quad - 8,55 \\
 &\quad - 13,75
 \end{aligned}$$

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der
mittleren Tabelle.

19	20	21	22
- 0,68	- 1,18	+0,53	+ 1,33
- 0,17	+ 0,27	<u>-1,23</u>	- 0,10
- 0,21	+ 0,15	+0,12	- 0,07
- 0,30	+ 0,34	<u>+0,00</u>	- 0,13

Mittlere Tabelle der absoluten Werte.

$$\begin{array}{r}
 - \\
 + 234 \\
 - 21 \text{ ohne } 21 \\
 - 393 \\
 - 632
 \end{array}$$

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

19	20	21	22
-	-	-	-
- 31	- 55	+ 24	+ 61
- 8	+ 12	<u>- 58</u>	- 5
- 9	+ 7	- 6	- 3
- 13	+ 17	+ 1	- 5

Vergleich der mittleren Tabellen der relativen Werte.

<u>13-18</u>	<u>19-22</u>
+ 4,8 ohne 18	-
+ 8,21 ohne 18	+ 5,08
+ 0,55 ohne 15	- 0,45 ohne 21
- 1,82	- 8,55
- 9,24	- 13,75

Vergleich der mittleren Tabellen der absoluten Werte.

<u>13-18</u>	<u>19-22</u>
+ 221 ohne 18	-
+ 378 ohne 18	+ 234
+ 26 ohne 15	- 21 ohne 21
- 84	- 393
- 425	- 632

Vergleich der gefundenen relativen Werte.

Tag	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1.	+ 4,73	+ 4,55	+ 4,86	+ 6,07	+ 3,8	- 14,52	-	-	-	-
2.	+ 7,72	+ 8,21	+ 7,26	+ 9,40	+ 8,47	- 51,34	+ 4,40	+ 3,90	+ 5,61	+ 6,41
3.	+ 0,20	+ 0,83	+ 4,6	- 0,72	+ 0,46	+ 0,5	- 0,28	+ 0,76	+ 0,78	- 0,35
4.	- 2,94	- 3,19	- 1,69	+ 0,79	- 1,10	- 1,24	- 8,34	- 8,34	- 8,67	- 8,48
5.	- 9,9	- 9,79	- 8,79	- 8,78	-	- 8,96	- 13,45	- 13,45	- 13,75	- 13,62

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Tag	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1.	+ 4,73	+ 4,55	+ 4,86	+ 6,07	+ 3,8	-	-	-	-	-
2.	+ 2,99	+ 3,66	+ 2,40	+ 3,33	+ 4,67	-	-	-	-	-
3.	- 7,52	- 7,38	- 2,66	- 8,64	- 8,01	-	- 4,68	- 4,62	- 4,83	- 6,76
4.	- 3,14	- 4,02	- 6,29	- 1,55	- 1,56	- 1,74	- 8,06	- 7,98	- 9,45	- 8,13
5.	- 6,96	- 6,60	- 7,10	- 7,99	-	- 7,72	- 5,11	- 5,39	- 5,08	- 5,14

Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

Tag	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1.	+ 218	+ 210	+ 224	+ 279	+ 175	<u>- 668</u>	-	-	-	-
2.	+ 355	+ 378	+ 335	+ 433	+ 390	<u>- 2362</u>	+ 203	+ 179	+ 258	+ 285
3.	+ 9	+ 38	<u>+ 211</u>	+ 35	+ 21	+ 26	- 13	- 33	+ 36	- 16
4.	- 135	- 147	- 78	- 34	- 51	- 57	- 384	- 400	- 399	- 390
5.	- 455	- 455	- 404	- 404	-	- 412	- 619	- 649	- 633	- 627

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Tag	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1.	+ 218	+ 210	+ 224	+ 279	+ 175	<u>- 668</u>	-	-	-	-
2.	+ 137	+ 168	+ 111	+ 154	+ 215	-	-	-	-	-
3.	- 346	- 340	<u>- 124</u>	- 398	- 369	-	- 216	- 212	- 222	- 311
4.	- 144	- 185	- 289	- 69	- 72	- 83	- 371	- 367	- 435	- 374
5.	- 320	- 303	- 326	- 370	-	- 355	- 235	- 249	- 234	- 237

Auch bei den bei 21° erhaltenen Werten ist es nicht zugänglich, eine gemeinsame mittlere Tabelle aufzustellen. Die gleichzeitig unternommenen Versuche stimmen gut überein; auch stimmen die Versuche in Tabelle 13 und 14 und in Tabelle 15—18, die in einem Zwischenraum von 8 Tagen ausgeführt wurden, gut miteinander überein; sie konnten daher zu einer gemeinsamen mittleren Tabelle zusammengefaßt werden. Die in Tabelle 19—22 aufgeführten Versuche, welche 3 Monate später ausgeführt wurden, zeigen sehr beträchtliche Abweichungen. Bei den zuerst ausgeführten Versuchen wurde viel mehr Farbstoff erzeugt, als bei den 3 Monate später angestellten Versuchen. Es zeigt sich hier sehr deutlich, daß mit einer Änderung des physiologischen Zustandes eine Änderung des Ameisensäurevergärungsvermögens Hand in Hand geht.

27°.

Tabelle Nr. 23. — 1. Tag 25. VI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	5,1031	0,4987	108,40	+0,0385	+ 8,40
2	3	4,4054	0,4305	93,54	-0,0297	- 6,46
3	5	4,1147	0,4022	87,38	-0,0570	-12,62
4	7	3,8529	0,3765	81,82	-0,0837	-18,18
5	9	3,9961	0,3905	84,86	-0,0697	-15,14

Tabelle Nr. 24. — 1. Tag 25. VI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	5,0912	0,4976	108,12	+0,0374	+ 8,12
2	4	4,2390	0,4142	90,02	-0,0450	- 9,98
3	6	4,1928	0,4097	89,03	-0,0505	-10,97
4	8	4,0427	0,3951	85,87	-0,0641	-14,13
5	10	verunglückt				

Tabelle Nr. 25. — 1. Tag 2. VII. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,8323	0,4722	102,61	+0,0120	+ 2,61
2	3	4,3543	0,4255	92,47	-0,0347	- 7,53
3	5	3,7415	0,3657	79,45	-0,0945	-20,55
4	7	4,3650	0,4266	92,69	-0,0332	- 7,31
5	9	3,8810	0,3793	82,41	-0,0809	-17,59

Tabelle Nr. 26. — 1. Tag 2. VII. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,8295	0,4720	102,56	+0,0118	+ 2,56
2	4	4,0482	0,3956	85,96	-0,0642	-14,04
3	6	3,8185	0,3732	81,09	-0,0870	-18,91
4	8	3,7446	0,3660	79,53	-0,0942	-20,47
5	10	3,6705	0,3587	77,95	-0,1015	-22,05

Tabelle Nr. 27. — 1. Tag 9. VII. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	5,0641	0,4949	107,54	+0,0347	+ 7,54
2	3	4,6529	0,4547	98,80	-0,0055	- 1,2
3	5	4,3711	0,4272	92,82	-0,0390	- 7,18
4	7	3,8506	0,3763	81,77	-0,0839	-18,23
5	9	verunglückt				

Tabelle Nr. 28. — 1. Tag 9. VII. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	5,0473	0,4933	107,19	+0,0331	+ 7,19
2	4	4,7501	0,4642	100,87	+0,0040	+ 0,87
3	6	4,2202	0,4124	89,62	-0,0478	-10,38
4	8	verunglückt				
5	10	3,7505	0,3666	79,66	-0,0936	-20,34

Tabelle Nr. 29. — 1. Tag 16. VII. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCNOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	5,0185	0,4904	106,57	+0,0302	+ 6,57
2	3	4,8191	0,4710	102,34	+0,0108	+ 2,34
3	5	4,5891	0,4485	97,45	-0,0117	- 2,55
4	7	4,4545	0,4353	94,59	-0,0249	- 5,41
5	9	4,4737	0,4372	95,00	-0,0230	- 5,00

Tabelle Nr. 30. — 1. Tag 16. VII. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	5,0578	0,4943	107,4	+0,0341	+ 7,4
2	4	4,8484	0,4738	102,96	+0,0136	+ 2,96
3	6	4,5781	0,4474	97,22	-0,0128	- 2,78
4	8	4,4464	0,4345	94,42	-0,0255	- 5,58
5	10	4,3810	0,4281	93,03	-0,0311	- 6,97

Tabelle Nr. 31. — 1. Tag 16. VII. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	11	5,0110	0,4897	106,39	+0,0295	+ 6,39
2	13	4,9374	0,4825	104,85	+0,0223	+ 4,85
3	15	4,4814	0,4380	95,17	-0,0222	- 4,83
4	17	4,2505	0,4154	90,26	-0,0448	- 9,74
5	19	4,1176	0,4024	87,44	-0,0578	-12,56

Tabelle Nr. 32. — 1. Tag 16. VII. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	12	4,9828	0,4869	105,81	+0,0267	+ 5,81
2	14	4,8514	0,4741	103,02	+0,0139	+ 3,02
3	16	4,4755	0,4374	95,04	-0,0228	- 4,96
4	18	4,4353	0,4335	94,19	-0,0277	- 5,81
5	20	4,2224	0,4127	89,66	-0,0475	-10,34

Mittlere Tabellen der relativen Werte aus
Tabellen 29—32.

+ 6,54
+ 3,27
- 3,78
- 5,60 ohne 31.

<u>29, 30</u>	<u>31, 32</u>
5,99	11,45

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der
mittleren Tabelle.

29	30	31	32
+ 0,03	+ 0,86	- 0,15	- 0,73
- 0,93	- 0,31	+ 1,58	- 0,25
- 1,23	- 1,00	+ 1,05	+ 1,16
- 0,19	- 0,02	<u>+ 4,14</u>	+ 0,21
- 0,99	+ 0,98	+ 1,11	- 1,11

Mittlere Tabellen der absoluten Werte aus
 Tabellen 29—32.

	+ 302
	+ 151
	— 176
	— 260 ohne 31.
29, 30	31, 32
— 270	— 526

 Abweichungen der einzelnen Tabellen von der
 mittleren Tabelle.

29	30	31	32
+ 0	+ 39	— 7	— 35
+ 43	— 15	+ 72	— 12
— 59	— 48	+ 46	+ 52
— 11	— 5	<u>+ 188</u>	+ 17
— 40	+ 41	+ 52	— 51

Tabelle Nr. 33. — 1. Tag 12. XI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	11	5,0028	0,4889	106,24	+0,0287	+ 6,24
2	13	4,7551	0,4647	100,97	+0,0045	+ 0,97
3	15	verunglückt				
4	17	4,2026	0,4107	91,32	—0,0495	— 8,68
5	19	3,9788	0,3888	84,49	—0,0714	— 15,51

Tabelle Nr. 34. — 1. Tag 12. XI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	12	5,0659	0,4951	107,58	+0,0349	+ 7,58
2	14	verunglückt				
3	16	verunglückt				
4	18	3,8180	0,3732	81,10	—0,0870	— 18,90
5	20	verunglückt				

Makroskopische Beobachtungen.

- I. Tag. Alle Kolben gleichmäßig, weißer Ring am oberen Rand.
 II. Tag. Bei allen Kolben ist stärkere Trübung wahrzunehmen, der Ring rosa.
 III. Tag. Der rote Ring losgelöst umherschwimmend.
 IV. Tag. Farbe der Flüssigkeit rötlichgelb.
 V. Tag. Die Farbe der Kolben deutlich rosa.

Tabelle Nr. 35. — 1. Tag 26. XI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	5,1098	0,4994	108,50	+0,0392	+ 8,50
2	3	4,6621	0,4556	99,00	-0,0046	- 1,00
3	5	4,1046	0,4011	87,16	-0,0591	- 12,84
4	7	3,7816	0,3696	80,30	-0,0906	- 19,70
5	9	3,4955	0,3416	74,23	-0,1186	- 25,77

Tabelle Nr. 36. — 1. Tag 26. XI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	5,1145	0,4998	108,6	+0,0396	+ 8,6
2	4	4,7479	0,4640	100,82	+0,0038	+ 0,82
3	6	4,0765	0,3984	86,77	-0,0618	- 13,23
4	8	3,7569	0,3672	79,78	-0,0930	- 20,22
5	10	3,4973	0,3418	74,27	-0,1184	- 25,73

Tabelle Nr. 37. — 1. Tag 26. XI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	11	5,1203	0,5004	108,73	+0,0402	+ 8,73
2	13	4,7570	0,4649	101,04	+0,0037	+ 1,04
3	15	4,0757	0,3983	86,55	-0,0619	- 13,45
4	17	3,7774	0,3692	80,22	-0,0910	- 19,78
5	19	3,7170	0,3632	78,93	-0,0970	- 21,07

Tabelle Nr. 38. — 1. Tag 26 XI. 1909.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	12	5,0867	0,4971	108,02	+0,0369	+ 8,02
2	14	4,7339	0,4626	100,53	+0,0024	+ 0,53
3	16	4,0482	0,3956	86,16	-0,0646	-13,84
4	18	3,8310	0,3744	81,35	-0,0858	-18,65
5	20	3,9017	0,3814	82,86	-0,0789	-17,14

Makroskopische Beobachtungen zu den
Tabellen Nr. 35, 36, 37, 38.

- I. Tag. Alle Kolben gleichmäßig getrübt, am Rand schwacher Ansatz.
- II. Tag. Alle Kolben gleichmäßig schwach rosa gefärbt, leicht rosa Ring.
- III. Tag. Alle Kolben gleichmäßig stärker rosa, rosa Flockenbildung.
- IV. Tag. Ziemlich unverändert.
- V. Tag. Die Flocken sind jetzt zu Boden gesunken, sonst unverändert.

Mittlere Tabelle der relativen Werte.

+ 8,46
+ 0,80 ohne 35
- 13,34
- 19,59
— *

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der
mittleren Tabelle.

35	36	37	38
+ 0,04	+ 0,14	+ 0,27	- 0,44
+ 1,76	+ 0,02	+ 0,24	- 0,27
- 0,50	- 0,11	+ 0,11	+ 0,50
+ 0,01	+ 0,63	- 0,19	- 0,94
—	—	—	— *

* Die Zahlen des fünften Tages weichen so voneinander ab, daß es nicht angängig ist, einen mittleren Wert zu ziehen.

Mittlere Tabelle der absoluten Werte.

$$\begin{array}{r}
 + 390 \\
 + 33 \text{ ohne } 35 \\
 - 619 \\
 - 901 \\
 \hline
 35, 36 \\
 \hline
 - 1185^*
 \end{array}$$

* Die beiden anderen Werte lassen der Abweichung wegen die Bildung eines gemeinsamen Mittelwertes nicht zu.

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

35	36	37	38
+ 2	+ 6	+ 12	- 21
<u>- 76</u>	+ 5	+ 4	- 9
- 28	- 1	+ 0	+ 27
+ 5	+ 29	+ 9	- 43
+ 1	- 1	-	-

Tabelle Nr. 39. — 1. Tag 30. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	5,0888	0,4974	108,06	+0,0372	+ 8,06
2	3	4,6585	0,4553	98,93	-0,0049	- 1,07
3	5	4,2260	0,4130	89,74	-0,0472	- 10,26
4	7	3,9045	0,3816	82,91	-0,0786	- 17,09
5	9	3,8497	0,3762	81,75	-0,0840	- 18,25

Tabelle Nr. 40. -- 1. Tag 30. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	5,0826	0,4967	107,93	+0,0365	+ 7,93
2	4	4,6500	0,4544	98,75	-0,0058	- 1,25
3	6	4,2151	0,4119	89,51	-0,0483	- 10,49
4	8	3,9038	0,3815	82,90	-0,0787	- 17,1
5	10	3,8552	0,3767	81,87	-0,0835	- 18,13

Tabelle Nr. 41. — 1. Tag 30. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	11	5,0857	0,4970	108,00	+0,0368	+ 8,00
2	13	4,7000	0,4593	99,80	-0,0009	- 0,2
3	15	4,2238	0,4128	89,69	-0,0474	- 10,31
4	17	3,9027	0,3814	82,88	-0,0788	- 17,12
5	19	3,8500	0,3763	81,76	-0,0839	- 18,24

Tabelle Nr. 42. — 1. Tag 30. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	12	5,0705	0,4956	107,25	+0,0354	+ 7,68
2	14	4,7423	0,4634	100,70	+0,0032	+ 0,70
3	16	4,2214	0,4126	89,64	-0,0476	- 10,36
4	18	3,9238	0,3835	83,32	-0,0767	- 16,68
5	20	verunglückt				

Makroskopische Beobachtungen zu den
Tabellen Nr. 39, 40, 41, 42.

- I. Tag. Alle gleichmäßig stark getrübt, leichter Ansatz am Rand.
 II. Tag. Alle Kolben gleichmäßig stark getrübt, Flüssigkeit gelb.
 III. Tag. Alle Kolben gleichmäßig sehr stark getrübt, Flüssigkeit rötlich.
 IV. Tag. Alle Kolben gleichmäßig, Farbe unverändert, mit Flecken.
 V. Tag. Alle Kolben gleichmäßig, die Flüssigkeit wieder gelb geworden.

Mittlere Tabelle der relativen Werte.

+ 7,92
 — 0,81 ohne 42.
 — 10,36
 — 17,00
 — 18,21

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der
mittleren Tabelle.

39	40	41	42
+ 0,14	+ 0,01	+ 0,08	— 0,24
+ 0,16	+ 0,44	— 0,61	<u>— 1,51</u>
— 0,10	+ 0,13	— 0,05	<u>+ 0,00</u>
+ 0,09	+ 0,10	+ 0,12	— 0,32
+ 0,04	— 0,08	+ 0,03	—

Mittlere Tabellen der absoluten Werte.

+ 365
 — 39 ohne 42.
 — 476
 — 782
 — 838

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der
mittleren Tabelle.

39	40	41	42
+ 7	+ 0	+ 3	- 10
+ 10	+ 21	- 30	- 71
- 4	+ 7	- 2	+ 0
+ 4	+ 5	+ 6	- 15
+ 2	- 3	+ 1	-

 Vergleich der mittleren Tabellen der relativen
Werte.

29—32	35—38	39—42
+ 6,54	+ 8,46	+ 7,92
+ 3,27	+ 0,80 ohne 35.	- 0,81 ohne 42.
- 3,78	- 13,34	- 10,36
- 5,60 ohne 31.	- 19,90	- 17,00
-	-	- 18,21
	29, 30	31, 32
	- 5,99	- 11,45

 Vergleich der mittleren Tabellen der absoluten
Werte.

29—32	35—38	39—42
+ 302	+ 390	+ 365
+ 151	+ 33 ohne 35.	- 39 ohne 42.
- 176	- 619	- 476
- 260	- 901	- 782
-	-	- 838
	29, 30	31, 32
	- 270	- 526
		35, 36
		- 1185

Vergleich der gefundenen relativen Werte.

Tag	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
1.	+ 8,40	+ 8,12	+ 2,61	+ 2,56	+ 7,54	+ 7,19	+ 6,57	+ 7,40	+ 6,39	+ 5,81	+ 6,24	+ 7,58	+ 8,50	+ 8,60	+ 8,73	+ 8,02	+ 8,06	+ 7,93	+ 8,00	+ 7,68
2.	- 6,46	- 9,98	- 7,53	- 14,04	- 1,20	+ 0,87	+ 2,34	+ 2,96	+ 4,85	+ 3,02	+ 0,97	-	- 1,00	+ 0,82	+ 1,04	+ 0,53	- 1,07	- 1,25	+ 0,2	+ 0,7
3.	- 12,62	- 10,97	- 20,55	- 18,91	- 7,18	- 10,38	- 2,55	- 2,78	- 4,83	- 4,96	-	-	- 12,84	- 13,23	- 13,45	- 13,84	- 10,26	- 10,49	- 10,31	- 10,36
4.	- 18,18	- 14,13	- 7,31	- 20,47	- 18,23	- 13,75	- 5,41	- 5,58	- 9,74	- 5,81	- 8,68	- 18,9	- 19,70	- 20,22	- 19,78	- 18,65	- 17,09	- 17,10	- 17,12	- 16,68
5.	- 15,14	-	- 17,59	- 22,05	- 11,74	- 20,34	- 5,00	- 6,97	- 12,56	- 10,34	- 15,51	-	- 25,77	- 25,73	- 21,07	- 17,14	- 18,25	- 18,13	- 18,24	-

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Tag	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
1.	+ 8,40	+ 8,12	+ 2,61	+ 2,56	+ 7,54	+ 7,19	+ 6,57	+ 7,40	+ 6,39	+ 5,81	+ 6,24	+ 7,58	+ 8,50	+ 8,60	+ 8,73	+ 8,02	+ 8,06	+ 7,93	+ 8,00	+ 7,68
2.	- 14,86	- 18,10	- 10,14	- 16,60	- 8,72	- 6,32	- 4,23	- 4,44	- 1,54	- 2,79	- 5,27	-	- 7,50	- 7,78	- 7,69	- 7,49	- 9,13	- 9,18	- 8,20	- 6,98
3.	- 6,16	- 0,99	- 13,02	- 4,87	- 5,98	- 11,25	- 4,89	- 5,74	- 9,68	- 7,98	-	-	- 14,05	- 14,05	- 12,41	- 13,31	- 9,19	- 9,24	- 10,11	- 11,06
4.	- 5,56	- 3,16	+ 13,24	- 1,56	- 11,50	- 3,37	- 2,86	- 2,80	- 4,89	- 0,85	-	-	- 6,99	- 6,99	- 6,33	- 5,81	- 6,83	- 6,61	- 6,81	- 6,32
5.	+ 3,04	-	- 10,82	- 1,58	+ 6,49	- 6,97	+ 0,41	- 1,39	- 2,82	- 4,33	- 6,83	-	- 6,07	- 6,07	- 1,29	- 1,51	- 1,16	- 1,03	- 1,12	-

Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

Tag	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
1.	+ 385	+ 374	+ 120	+ 118	+ 347	+ 331	+ 302	+ 341	+ 295	+ 267	+ 287	+ 349	+ 392	+ 396	+ 402	+ 369	+ 372	+ 365	+ 368	+ 354
2.	- 297	- 450	- 347	- 642	- 55	+ 40	+ 108	+ 136	+ 223	+ 139	+ 45	-	- 46	+ 38	+ 37	+ 24	- 49	- 58	- 9	+ 32
3.	- 570	- 505	- 945	- 870	- 330	- 478	- 117	- 128	- 222	- 229	-	-	- 591	- 618	- 619	- 646	- 472	- 483	- 474	- 476
4.	- 837	- 641	- 332	- 94	- 839	- 633	- 249	- 255	- 448	- 277	- 495	- 870	- 906	- 930	- 910	- 858	- 786	- 787	- 788	- 767
5.	- 697	-	- 809	- 1015	- 540	- 936	- 230	- 311	- 578	- 475	- 714	-	- 1186	- 1184	- 970	- 789	- 840	- 835	- 839	-

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Tag	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
1.	+ 385	+ 374	+ 120	+ 118	+ 347	+ 331	+ 302	+ 341	+ 295	+ 267	+ 287	+ 349	+ 392	+ 396	+ 402	+ 369	+ 372	+ 365	+ 368	+ 354
2.	- 682	- 824	- 467	- 524	- 402	- 291	- 194	- 205	- 72	- 128	- 242	-	- 438	- 388	- 365	- 345	- 421	- 423	- 377	- 322
3.	- 273	- 55	- 598	- 228	- 275	- 518	- 225	- 264	- 445	- 367	-	-	- 545	- 656	- 656	- 670	- 423	- 425	- 473	- 444
4.	- 267	- 136	+ 613	- 72	- 509	- 55	- 132	- 127	- 226	- 49	-	-	- 315	- 312	- 291	- 212	- 314	- 304	- 314	- 291
5.	- 140	-	- 477	- 73	- 299	- 303	+ 19	- 56	- 130	- 198	- 219	-	- 280	- 254	- 60	+ 69	- 54	- 48	- 54	-

Zusammenstellung der mittleren Tabellen der mit
Die Zeitangaben sind in Tagen gerechnet, vom ersten Tag des

Bacillus prodigiosus bei 27° angestellten Versuche.
ersten Versuches bis zum ersten Tag der einzelnen Versuche.

Tage	0	7	14	22	155	220	309	313	316	334	339	344	349	355
1	108,26	102,58	107,37	106,54	108,47	107,92	105,77	107,88	107,52	106,70	105,99	109,02	106,48	105,70
2	91,78	-	99,84	103,30	100,35	99,67	95,32	95,02	94,87	97,59	96,04	98,86	96,68	98,30
3	88,20	80,27	-	97,34	86,65	89,64	87,01	85,23	84,60	89,95	89,11	92,78	89,30	90,80
4	83,85	-	-	94,50	80,42	82,50	84,60	80,13	79,50	83,00	85,34	88,89	82,45	81,94
5	-	-	-	93,03	74,25	81,79	84,64	78,22	76,85	76,62	83,40	85,37	78,63	77,95

Die bei 27° erhaltenen Werte stimmen, wenn gleichzeitig angestellte Versuchsreihen vorliegen, mit einigen Ausnahmen recht gut überein. Auch findet am ersten Tage, mit Ausnahme der Versuchsreihen 25 und 26, die gleichzeitig angestellt wurden, immer eine Erzeugung von annähernd 7% statt. Am zweiten Tage beginnen jedoch die Abweichungen größer zu werden, sodaß von der Aufstellung einer gemeinsamen mittleren Tabelle abgesehen werden mußte. Die Ameisensäurevergärung setzt bei allen Versuchen am zweiten Tage ein und erreicht fast durchweg am dritten Tage ihren Höhepunkt. Die makroskopischen Beobachtungen, welche nur zum Teil aufgezeichnet wurden, zeigen im allgemeinen Übereinstimmung; die Farbstoffbildung ist jedoch bei den Versuchen 39—42, die 2 bzw. 2½ Monate später angestellt wurden als die Versuche 35—38 und 33 - 34, bedeutend geringer als bei diesen. Auch hier zeigt sich wieder eine Veränderung des Ameisensäurevergärungsvermögens, wenn eine Veränderung des physiologischen Zustandes eintritt. Bei einem Vergleich der bei den verschiedenen Temperaturen erhaltenen Werte zeigt sich, daß bei allen drei Temperaturen zunächst Ameisensäure gebildet wird; die Ameisensäurebildung erstreckt sich auf umso mehr Tage, je tiefer die Temperatur ist; sie dauert bei 17° drei Tage, in einem Falle vier Tage, bei 21° zwei, während bei 27° nur noch am ersten Ameisensäure gebildet wird. Auf die Menge der insgesamt entstehenden Ameisensäure hat die Temperatur anscheinend keinen großen Einfluß, denn als höchster Wert wurde immer annähernd 7% gefunden. Die Vergärungstätigkeit setzt bei höherer Temperatur immer viel energischer ein als bei niedriger; so verschwinden bei 27° am ersten Tage, an welchem überhaupt Ameisensäure vergoren wird, im Durchschnitt 8,5%, bei 21° 6—7%, bei 17° jedoch nur noch 3,5%.

In der nächsten Mitteilung soll über die mit *Bacillus Kiliense* erhaltenen Werte berichtet werden.
