

# Beiträge zur Biochemie der Mikroorganismen.

Von

Hartwig Franzen.

## III. Mitteilung.

### Über die Vergärung der Ameisensäure durch *Bacillus Phymouthensis*.

Von

Hartwig Franzen und G. Greve.

(Mitteilung aus dem chemischen Institut der Universität Heidelberg.)

(Der Redaktion zugegangen am 20. Juni 1910.)

Die theoretischen Erörterungen zu dieser Abhandlung sind schon in der zweiten Mitteilung<sup>1)</sup> gegeben worden, sodaß sich nur noch erübrigt, das nötige Zahlenmaterial mitzuteilen.

#### A. Stamm Kräl.

##### α) Calciumformiat.

##### 1. 27°.

#### Tabelle Nr. 33.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: *Bac. Phymouthensis* Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,7016	0,4595	99,84	0,0007	0,13
2	4,4548	0,4354	94,60	0,0248	5,40
3	4,3374	0,4239	92,11	0,0363	7,89
4	4,2940	0,4196	91,39	0,0406	8,61

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. LXIV, S. 169 (1910).

## Tabelle Nr. 34.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,7033	0,4596	99,88	0,0006	0,12
2	4,4472	0,4346	94,44	0,0256	5,66
3	4,2396	0,4231	91,94	0,0371	8,06

Die Neutralisation der Nährbouillon wurde mit Hilfe von Lackmuspapier als Indikator durchgeführt; die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

Was die makroskopischen Erscheinungen anbelangt, so war eine Farbstoffbildung überhaupt nicht zu bemerken; schon nach 1 Tag war ein erheblicher Niederschlag von Calciumcarbonat, der sich am folgenden Tage noch vermehrte, zu bemerken.

Vergleich der gefundenen relativen Werte.

	Tabelle Nr. 33	34
1. Tag	0,16	0,12
2. >	5,40	5,66
3. >	7,89	8,06
4. >	8,61	—

Mittlere Tabelle.

1. Tag	0,14
2. >	5,53
3. >	7,98
4. >	8,61

Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 33	34
1. Tag	+ 0,02	— 0,02
2. >	— 0,13	+ 0,13
3. >	— 0,09	+ 0,08
4. >	+ 0,00	—

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind recht klein, sie schwanken zwischen + 0,13% und — 0,13%.

## Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	0,14
2. »	5,39
3. »	2,45
4. »	0,63

## Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

	Tabelle Nr. 33	34
1. Tag	7	6
2. »	248	256
3. »	363	371
4. »	406	—

## Mittlere Tabelle.

1. Tag	7
2. »	252
3. »	367
4. »	406

## Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 33	34
1. Tag	+ 0	— 1
2. »	— 4	+ 4
3. »	— 4	+ 4
4. »	+ 0	—

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind recht klein, sie schwanken zwischen + 0,0004 g und — 0,0004 g.

## Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	7
2. »	245
3. »	115
4. »	39

In 4 Tagen werden 0,0406 g = 8,61% Ameisensäure vergoren; die größte Gärungsintensität liegt innerhalb des 2. Tages; innerhalb dieses Tages werden 0,0245 = 5,39% Ameisensäure vergoren; die Gärung ist nach 4 Tagen noch nicht beendet. Merkwürdig ist, daß innerhalb des 1. Tages so wenig Ameisensäure vergoren wird.

## 2. 37°.

Tabelle Nr. 35.

0,4602 g Ameisensäure als Calciumformiat bei 37°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,7114	0,4604	100,05	0,0002	+ 0,05
2	4,3162	0,4218	91,66	0,0384	- 8,34
3	4,3255	0,4227	91,85	0,0375	8,15
4	4,3274	0,4229	91,89	0,0373	8,11
5	4,3206	0,4222	91,75	0,0380	8,25

Tabelle Nr. 36.

0,4602 g Ameisensäure als Calciumformiat bei 37°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,7098	0,4603	100,01	0,0001	+ 0,01
2	4,3218	0,4224	91,77	0,0378	8,23
3	4,3306	0,4232	91,96	0,0370	8,04
4	4,3196	0,4221	91,73	0,0381	8,27
5	4,3138	0,4216	91,61	0,0386	8,39

Die Neutralisation der Bouillon wurde mit Hilfe von Lackmuspapier als Indikator durchgeführt; die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

Was die makroskopischen Erscheinungen anbelangt, so war Farbstoffbildung nicht zu bemerken; am Boden des Kolbens war ein dicker Niederschlag von Calciumcarbonat vorhanden.

Vergleich der gefundenen relativen Werte.

	Tabelle Nr. 35	36
1. Tag	+ 0,05	+ 0,01
2. "	- 8,34	- 8,23
3. "	8,15	8,04
4. "	8,11	8,27
5. "	8,25	8,39

## Mittlere Tabelle.

1. Tag	+ 0,03
2. »	- 8,29
3. »	8,10
4. »	8,19
5. »	8,32

## Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 35	36
1. Tag	+ 0,02	- 0,02
2. »	+ 0,05	- 0,06
3. »	+ 0,05	- 0,06
4. »	- 0,08	+ 0,08
5. »	- 0,07	+ 0,07

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind sehr klein, sie schwanken zwischen + 0,08<sup>o</sup> und - 0,08<sup>o</sup>.

## Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	+ 0,03
2. »	- 8,32
3. »	+ 0,19
4. »	- 0,09
5. »	- 0,13

## Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

	Tabelle Nr. 35	36
1. Tag	+ 2	+ 1
2. »	- 384	- 378
3. »	375	370
4. »	373	381
5. »	380	386

## Mittlere Tabelle.

1. Tag	+ 2
2. »	381
3. »	373
4. »	377
5. »	383

Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 35	36
1. Tag	+ 0	- 1
2. „	+ 3	- 3
3. „	+ 2	- 3
4. „	- 4	+ 4
5. „	- 3	+ 3

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind sehr klein, sie schwanken zwischen  $\pm 0,004$  g und  $0,004$  g.

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	+ 2
2. „	- 383
3. „	+ 8
4. „	- 4
5. „	- 6

In fünf Tagen werden  $0,0383 = 8,32\%$  Ameisensäure vergoren. Die größte Gärungsintensität liegt innerhalb des 2. Tages: innerhalb dieses Tages werden  $0,0383$  g  $= 8,32\%$  Ameisensäure vergoren. Nach dem zweiten Tage ist die Gärung beendet, die an den folgenden Tagen erhaltenen Zahlen zeigen gegenüber denen des 2. Tages nur sehr geringe Unterschiede. Innerhalb des 1. Tages wird überhaupt keine Ameisensäure vergoren.

Vergleich der bei den verschiedenen Temperaturen erhaltenen Zahlen.

Bei beiden Temperaturen liegt die größte Gärungsintensität innerhalb des 2. Tages: bei  $27^{\circ}$  wird innerhalb dieses Tages  $0,0245$  g  $= 5,39\%$  Ameisensäure vergoren, bei  $37^{\circ}$   $0,0383$  g  $= 8,32\%$ . Während bei  $37^{\circ}$  die Gärung nach 2 Tagen beendet ist, ist sie bei  $27^{\circ}$  nach 4 Tagen noch nicht beendet. Bei  $27^{\circ}$  wird etwas mehr Ameisensäure vergoren als bei  $37^{\circ}$ : die Unterschiede sind aber nur sehr geringfügig.

## β) Natriumformiat.

1. 17°.

## Tabelle Nr. 37.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 17°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,5002	0,4398	95,56	0,0204	4,44
2	2	4,1176	0,4024	87,44	0,0578	12,56
3	—	—	—	—	—	—
4	3	4,0254	0,3934	85,48	0,0668	14,52
5	4	3,6014	0,3520	76,48	0,1082	23,52
6	5	3,2636	0,3189	69,31	0,1413	30,69
7	6	3,0846	0,3015	65,50	0,1587	34,50
8	7	2,9630	0,2896	62,92	0,1706	37,08
9	8	2,8954	0,2830	61,49	0,1772	38,51
10	9	2,8197	0,2756	59,88	0,1846	40,12

Die Neutralisation der Bouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt: die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

## Makroskopische Erscheinungen:

Nach 1 Tag: Schwache Trübung, Ansätze zur Hautbildung scheinen vorhanden zu sein. kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Trübung etwas stärker als am Tage vorher. Hautbildung nicht fortgeschritten. an der Wandung des Glases. dort wo die Flüssigkeit aufhört, einige schwach rosenrote Partien. kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Ziemlich starke Trübung, Kolben 4 und 6 etwas stärker getrübt als 5, 7, 8, 9, auf Kolben 4 und 6 wenig rosenrote nicht zusammenhängende Haut, auf den anderen Kolben keine Haut, sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen im allgemeinen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Ziemlich starke Trübung, Kolben 6 und 7 etwas stärker getrübt als 5, 8, 9; auf Kolben 6 und 7 dünne schwach rosenrote, nicht zusammenhängende Haut, auf den anderen Kolben schwache Ansätze zur Hautbildung, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Starke Trübung. auf allen Kolben nicht zusammenhängende Haut; auf Kolben 6 ist die Haut schwach rosenrot, auf den

anderen Kolben farblos, kein Farbstoff, wenig Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 6 Tagen: Starke Trübung, auf Kolben 6 keine Haut, dafür am Boden viel Bakterienmasse, auf Kolben 7, 8, 9 farblose Haut, am Boden weniger Bakterienmasse, kein Farbstoff; Kolben sehen im allgemeinen gleichmäßig aus.

Nach 7 Tagen: Starke Trübung, auf Kolben 7 und 9 keine Haut, etwas Haut auf Kolben 8, kein Farbstoff, viel Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 8 Tagen: Sehr starke Trübung, auf Kolben 8 etwas Haut, welche zum Teil untergetaucht ist, auf Kolben 9 keine Haut; in beiden Kolben am Boden viel Bakterienmasse; die Haut scheint bald nach Bildung immer wieder zu Boden zu sinken; keine Farbstoffbildung; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 9 Tagen: Wie am Tage vorher, keine Haut, Bouillon gelb, viel Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 10 Tagen: Wie am Tage vorher.

Tabelle Nr. 38.

0.4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 17°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4.5128	0.4410	95,83	0,0192	4,17
2	3	4.0828	0.3990	86,70	0,0611	13,30
3	5	3.9532	0.3863	83,95	0,0739	16,05
4	7	3.9324	0.3843	83,50	0,0759	16,50
5	9	3.9364	0.3847	83,59	0,0755	16,41

Tabelle Nr. 39.

0.4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 17°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4.5014	0.4399	95,59	0,0203	4,41
2	4	4.0956	0.4002	86,97	0,0600	13,03
3	6	3.9726	0.3882	84,36	0,0720	15,64
4	8	3.9154	0.3826	83,14	0,0776	16,86
5	10	3.8982	0.3810	82,78	0,0792	17,22

Die Kolben wurden nach der 2. Methode besät. Die Neutralisation der Bouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt.

#### Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Mittelstarke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz, an der Oberfläche vereinzelt kleine Schaumblasen; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Trübung stärker als am Tage vorher, ganz kleine rosenrote Hautschollen, sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Starke Trübung, Kolben 5 etwas weniger stark gefärbt als 5, 9, 10, viele sehr kleine Hautschollen von rosenroter Farbe, sonst keine Farbstoffbildung, etwas Bodensatz, anscheinend zu Boden gesunkene Hautschollen; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Starke Trübung, Hautbildung nicht fortgeschritten, die ganze Flüssigkeit ist schwach rötlich gefärbt, etwas mehr Bodensatz als am Tage vorher; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Wie am Tage vorher; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Versuchsreihe 37 wurde 6 Wochen früher als Versuchsreihe 38 und 39, welche gleichzeitig angesetzt wurden, angesetzt.

#### Vergleich der gefundenen relativen Werte.

	Tabelle Nr. 37	38	39
1. Tag	4,44	4,17	4,41
2. »	12,56	13,30	13,03
3. »	—	16,05	15,64
4. »	14,52	16,50	16,86
5. »	23,52	16,41	17,22
6. »	30,69	—	—
7. »	34,50	—	—
8. »	37,08	—	—
9. »	38,51	—	—
10. »	40,12	—	—

Da die in Versuchsreihe 37 gefundenen Werte bedeutend von den in Versuchsreihe 38 und 39 gefundenen Werten abweichen, und da die Werte in 38 und 39 ganz gut übereinstimmen, soll nur das Mittel aus 38 und 39 genommen werden. 38 und 39 wurden zu gleicher Zeit angesetzt.

#### Mittlere Tabelle aus 38 und 39.

1. Tag	4,29
2. »	13,17
3. »	15,85
4. »	16,68
5. »	16,82

## Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 37	38	39
1. Tag	+ 0,15	- 0,12	+ 0,12
2. »	- 0,61	+ 0,13	- 0,14
3. »	—	+ 0,20	- 0,21
4. »	- 2,16	- 0,18	+ 0,18
5. »	+ 6,70	- 0,41	+ 0,40

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind bei 38 und 39, abgesehen von den Zahlen des letzten Tages, recht klein, dagegen bei 37 recht groß.

## Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	Tabelle Nr. 37	sind vergoren HCOOH Mittel aus 38 und 39
1. Tages	4,44	4,29
2. »	8,12	8,88
3. »	—	2,68
4. »	—	0,83
5. »	9,00	0,14
6. »	7,17	
7. »	3,81	
8. »	2,58	
9. »	1,43	
10. »	1,61	

## Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

	Tabelle Nr. 37	38	39
1. Tag	204	192	203
2. »	578	612	600
3. »	—	739	720
4. »	668	759	776
5. »	1082	755	792
6. »	1413		
7. »	1587		
8. »	1706		
9. »	1772		
10. »	1846		

## Mittlere Tabelle aus 38 und 39.

1. Tag	198
2. »	606
3. »	730
4. »	768
5. »	773

Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 37	38	39
1. Tag	+ 6	- 6	+ 5
2. >	- 28	+ 6	- 6
3. >	-	+ 9	- 10
4. >	- 100	- 9	+ 8
5. >	+ 309	- 18	+ 19

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	Tabelle Nr. 37	sind vergoren HCOOH Mittel aus 38 und 39
1. Tages	204	198
2. >	374	408
3. >	-	124
4. >	-	38
5. >	414	
6. >	331	
7. >	174	
8. >	119	
9. >	66	
10. >	74	

Versuchsreihe 38 und 39 zeigen untereinander, abgesehen von den Zahlen des letzten Tages, eine recht gute Übereinstimmung; beide Versuchsreihen wurden gleichzeitig mit derselben Bouillon angesetzt. Versuchsreihe 37 zeigt mit 38, 39 keine gute Übereinstimmung. Diese Nichtübereinstimmung drückt sich in den makroskopischen Erscheinungen aus. Versuchsreihe 37 zeigt auch sonstige Unregelmäßigkeiten, welche sich ebenfalls aus den makroskopischen Erscheinungen herauslesen lassen; dagegen zeigen 38 und 39 einen regelmäßigen Gärungsverlauf, und dieser drückt sich auch in den makroskopischen Erscheinungen aus. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Gruppen von Versuchsreihen lassen sich wohl auch auf eine verschiedene Zusammensetzung der zur Anwendung gekommenen Bouillon zurückführen; die Abweichung am 5. Tage in Versuchsreihe 38, 39 wird wohl durch eine Verschiedenheit in der Luftzuführung bedingt sein. Für Vergleichszwecke soll nur das Mittel aus den Versuchsreihen 38 und 39 herangezogen werden.

In 5 Tagen werden  $0,0773 \text{ g} = 16,82\%$  Ameisensäure vergoren. Die größte Gärungsintensität liegt innerhalb des

2. Tages; innerhalb dieses Tages werden 0,0408 g = 8,88% Ameisensäure vergoren; nach diesem Tage fällt die Gärungsintensität rasch ab und sie scheint nach 5 Tagen ihr Ende erreicht zu haben.

2. 21°.

Tabelle Nr. 40.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 21°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,4662	0,4365	94,84	0,0237	5,16
2	3	3,9872	0,3897	84,67	0,0705	15,33
3	5	3,8030	0,3716	80,76	0,0886	19,24
4	7	3,5180	0,3438	74,70	0,1164	25,30
5	9	3,5058	0,3426	74,45	0,1176	25,55

Tabelle Nr. 41.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 21°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,4814	0,4380	95,17	0,0222	4,83
2	4	4,0028	0,3912	85,00	0,0690	15,00
3	6	3,7846	0,3699	80,37	0,0903	19,63
4	8	3,5340	0,3455	75,05	0,1147	24,95
5	—	—	—	—	—	—

Die Kolben wurden nach der 2. Methode besät. Die Bouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator neutralisiert.

#### Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Mittelstarke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff. auf der Oberfläche einige kleine Schaumblasen, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Sehr starke Trübung, ganz feine rosenrote Haut. sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Sehr starke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, etwas Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Sehr starke Trübung, feine farblose zusammenhängende Haut, kein Farbstoff, etwas Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Sehr starke Trübung, Haut zum größten Teil zu Boden gesunken, kein Farbstoff, viel Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Versuchsreihe 40 und 41 wurden zu gleicher Zeit angesetzt.

#### Vergleich der gefundenen relativen Werte.

	Tabelle Nr. 40	41
1. Tag	5,16	4,83
2. »	15,33	15,00
3. »	19,24	19,63
4. »	25,30	24,95
5. »	25,55	—

#### Mittlere Tabelle.

1. Tag	5,00
2. »	15,17
3. »	19,44
4. »	25,13
5. »	25,55

#### Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 40	41
1. Tag	+ 0,16	— 0,17
2. »	+ 0,16	— 0,17
3. »	— 0,20	+ 0,19
4. »	+ 0,17	— 0,18
5. »	+ 0,00	—

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind recht klein; sie schwanken zwischen + 0,19% und — 0,20%.

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	5,00
2. »	10,17
3. »	4,27
4. »	5,69
5. »	0,42

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen HCOOH.

Innerhalb des	Tabelle Nr. 40	sind vergoren HCOOH 41
1. Tages	5,16	4,83
2. »	10,17	10,17
3. »	3,91	4,63
4. »	6,06	5,32
5. »	0,25	—

Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

	Tabelle Nr. 40	41
1. Tag	237	222
2. »	705	690
3. »	886	903
4. »	1164	1147
5. »	1176	—

Mittlere Tabelle.

1. Tag	230
2. »	698
3. »	895
4. »	1156
5. »	1176

Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 40	41
1. Tag	+ 7	— 8
2. »	+ 7	— 8
3. »	— 9	+ 8
4. »	+ 8	— 9
5. »	+ 0	—

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind recht klein, sie schwanken zwischen + 0,0008 g und — 0,0009 g; halten sich also innerhalb der Versuchsfehler.

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	230
2. »	468
3. »	197
4. »	261
5. »	20

## Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	Tabellen Nr. 40	sind vergoren HCOOH 41
1. Tages	237	222
2. „	468	468
3. „	181	213
4. „	278	244
5. „	12	—

Die beiden Versuchsreihen, welche mit derselben Bouillon angesetzt wurden, stimmen sehr gut überein, Abweichungen, welche auf eine Verschiedenartigkeit der Luftzuführung zurückgeführt werden müßten, kommen nicht vor.

Nach 5 Tagen sind  $0,1176 \text{ g} = 25,55\%$  Ameisensäure vergoren. Die größte Gärungsintensität liegt innerhalb des 2. Tages: innerhalb dieses Tages werden  $0,0468 \text{ g} = 10,17\%$  Ameisensäure vergoren. Die Gärungsintensität fällt dann allmählich ab und scheint nach 5 Tagen fast ihr Ende erreicht zu haben.

## 3. 27°.

Ein Teil der Versuchsreihen, welche über die Vergärung der Ameisensäure durch *Bac. Plymouthensis* Kräl bei 27° vorliegen, wurde im Sommersemester 1908 ausgeführt (Versuchsreihe 42, 43, 44, 45), ein anderer Teil im Wintersemester 1908/09 (Versuchsreihe 46, 47 und 48): zwischen der Ausführung dieser beiden Gruppen von Versuchsreihen liegt ein Zeitraum von  $3\frac{1}{2}$ —4 Monaten. Da diese beiden Gruppen von Versuchsreihen keine gute Übereinstimmung zeigen, sollen sie besonders aufgeführt werden.

## Tabelle Nr. 42.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: *Bac. Plymouthensis* Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,4310	0,4330	94,09	0,0272	5,91
2	4,0428	0,3951	85,85	0,0651	14,15
3	3,7196	0,3635	78,99	0,0967	21,01
4	3,3698	0,3293	71,56	0,1309	28,44
5	—	—	—	—	—

Tabelle Nr. 43.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.  
Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,5054	0,4403	95,67	0,0199	4,33
2	3,9371	0,3848	83,61	0,0754	16,39
3	—	—	—	—	—
4	3,3996	0,3322	72,19	0,1280	27,81
5	3,2654	0,3191	69,34	0,1411	30,66

Tabelle Nr. 44.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.  
Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,5006	0,4398	95,57	0,0204	4,43
2	3,9686	0,3878	84,28	0,0724	15,72
3	3,7052	0,3621	78,68	0,0981	21,32
4	—	—	—	—	—
5	3,5428	0,3462	75,23	0,1140	24,77

Tabelle Nr. 45.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.  
Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	—	—	—	—	—
2	3,9724	0,3882	84,35	0,0720	15,65
3	3,7130	0,3629	78,85	0,0973	21,15
4	3,5956	0,3514	76,35	0,1088	23,65
5	3,5514	0,3471	75,42	0,1131	24,58

Die Neutralisation der Bouillon erfolgte bei diesen Versuchsreihen mit Lackmuspapier als Indikator; die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

Versuchsreihen 42, 43 wurden gleichzeitig angesetzt und ebenso Versuchsreihen 44, 45. Zwischen der Ausführung der beiden Versuchsreihen (42, 43 und 44, 45) lag ein Zwischenraum von 2 Wochen.

## Vergleich der gefundenen relativen Werte.

	Tabelle Nr. 42	43	44	45
1. Tag	5,91	4,33	4,43	—
2. „	14,15	16,39	15,72	15,65
3. „	21,01	—	21,32	21,15
4. „	28,44	27,81	—	23,65
5. „	—	30,66	24,77	24,58

## Mittlere Tabelle.

1. Tag	4,89
2. „	15,48
3. „	21,16
4. „	26,63
5. „	26,67

## Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 42	43	44	45
1. Tag	+ 1,02	— 0,56	— 0,46	—
2. „	— 1,33	+ 0,91	+ 0,24	+ 0,17
3. „	— 0,15	—	+ 0,16	— 0,01
4. „	+ 1,81	+ 1,18	—	— 2,98
5. „	—	+ 3,99	— 1,90	— 2,09

Merzt man die wahrscheinlich falschen Zahlen aus, so erhält man folgende korrigierte Tabelle.

## Korrigierte mittlere Tabelle.

1. Tag	4,38
2. „	15,92
3. „	21,16
4. „	23,65
5. „	24,68

## Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 42	43	44	45
1. Tag	+ 1,53	— 0,05	+ 0,05	—
2. „	— 1,77	+ 0,47	— 0,20	— 0,27
3. „	— 0,15	—	+ 0,16	— 0,01
4. „	+ 4,79	+ 4,16	—	+ 0,00
5. „	—	+ 5,98	+ 0,09	— 0,10

Abgesehen von den eingerahmten Zahlen bewegen sich die Differenzen zwischen den Zahlen  $+ 0,47\%$  und  $- 0,27\%$ .

Innerhalb des sind vergoren Ameisensäure

1. Tages	4,38 %
2. >	11,54 %
3. >	5,24 %
4. >	2,49 %
5. >	1,03 %

Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

Tabelle Nr.	42	43	44	45
1. Tag	<b>272</b>	199	204	—
2. >	<b>651</b>	754	724	720
3. >	967	—	981	973
4. >	<b>1309</b>	<b>1280</b>	—	1088
5. >	—	<b>1411</b>	1140	1131

Mittlere Tabelle.

1. Tag	225
2. >	712
3. >	974
4. >	1226
5. >	1227

Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

Tabelle Nr.	42	43	44	45
1. Tag	+ 47	- 26	- 21	—
2. >	- 61	+ 42	+ 12	+ 8
3. >	- 7	—	+ 7	- 1
4. >	+ 83	+ 54	—	- 138
5. >	—	+ 184	- 87	- 96

Merzt man die wahrscheinlich fehlerhaften Zahlen aus, so erhält man folgende korrigierte mittlere Tabelle:

Korrigierte mittlere Tabelle.

1. Tag	202
2. >	733
3. >	974
4. >	1088
5. >	1136

Abweichung der gefundenen von den korrigierten mittleren Werten.

Tabelle Nr. 42		43	44	45
1. Tag	+ 70	- 3	+ 2	-
2. »	- 82	+ 21	- 9	- 13
3. »	- 7	-	+ 7	- 1
4. »	+ 221	+ 192	-	+ 0
5. »	-	+ 275	+ 4	- 5

Abgesehen von den eingerahmten Zahlen bewegen sich die Differenzen zwischen + 0,0021 g und - 0,0013 g.

Innerhalb des	sind vergoren Ameisensäure
1. Tages	202
2. »	531
3. »	241
4. »	114
5. »	48

Tabelle Nr. 46.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27.°  
Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH <sub>2</sub> g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,5238	0,4421	96,06	0,0181	3,94
2	2	4,0312	0,3939	85,60	0,0663	14,40
3	—	—	—	—	—	—
4	3	3,7546	0,3669	79,73	0,0933	20,27
5	4	3,5828	0,3501	76,08	0,1101	23,92
6	5	3,3652	0,3289	71,46	0,1313	28,54
7	6	3,2438	0,3170	68,88	0,1432	31,12
8	7	3,1336	0,3062	66,54	0,1540	33,46
9	8	3,0382	0,2969	64,52	0,1633	35,48
10	9	3,0051	0,2937	63,81	0,1665	36,19
11	10	2,9934	0,2925	63,57	0,1677	36,43

Die Kolben wurden nach der 1. Methode geimpft. Die Neutralisation der Bouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt.

## Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Ziemlich starke Trübung, keine Haut, nur an der Wandung des Glases, dort wo die Flüssigkeit aufhört, dünner, farbloser Ring von Bakterienhaut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Sehr starke Trübung, schwache farblose zusammenhängende Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz, unangenehmer Geruch; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Sehr starke Trübung, schwache farblose zusammenhängende Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz, unangenehmer Geruch; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Sehr starke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, viel Bodensatz, unangenehmer Geruch; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Sehr starke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, viel Bodensatz, unangenehmer Geruch; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 6 Tagen: Sehr starke Trübung, keine Haut, kein roter Farbstoff, die Flüssigkeit ist gelb gefärbt, gelber als die ursprüngliche Bouillon, viel Bodensatz, unangenehmer Geruch; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 7 Tagen: Starke Trübung, keine Haut, kein roter Farbstoff, Flüssigkeit gelb, viel Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 8 Tagen: Sehr starke Trübung, keine Haut, kein roter Farbstoff, Bouillon gelb, viel Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 9 Tagen: Sehr starke Trübung, keine Haut, Flüssigkeit gelb mit einem Stich ins Rötliche, viel Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 10 Tagen: Wie am Tage vorher, die Flüssigkeit hat noch einen Stich mehr ins Rötliche; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Tabelle Nr. 47.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,4944	0,4390	95,44	0,0212	4,56
2	3	3,8168	0,3730	81,05	0,0872	18,95
3	5	3,4662	0,3387	73,61	0,1215	26,39
4	7	3,3648	0,3288	71,45	0,1314	28,55
5	9	3,2226	0,3149	68,43	0,1453	31,57

Tabelle Nr. 48.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,3844	0,4285	93,10	0,0317	6,90
2	4	3,7716	0,3686	80,09	0,0916	19,91
3	6	3,4944	0,3415	74,21	0,1187	25,79
4	8	3,3488	0,3273	71,11	0,1329	28,89
5	10	3,2766	0,3202	69,58	0,1400	30,42

Die Kolben wurden nach der zweiten Methode geimpft. Die Bouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt.

## Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Starke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, keine Schaumblasen, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Sehr starke Trübung, sehr feine farblose Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Sehr starke Trübung, feine, nicht zusammenhängende Haut, kein Farbstoff, etwas Bodensatz, unangenehmer Geruch; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Sehr starke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, ziemlich viel Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Wie am Tage vorher; Kolben sehen gleichmäßig aus.

## Vergleich der gefundenen relativen Werte.

	Tabelle Nr. 46	47	48
1. Tag	3,94	4,56	6,90
2. »	14,40	18,95	19,91
3. »	—	26,39	25,79
4. »	20,27	28,55	28,89
5. »	23,92	31,57	30,42
6. »	28,54	—	—
7. »	31,12	—	—
8. »	33,46	—	—
9. »	35,48	—	—
10. »	36,19	—	—
11. »	36,43	—	—

Wegen der schlechten Übereinstimmung der verschiedenen

Versuchsreihen ist es unzweckmäßig, eine mittlere Tabelle aufzustellen.

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	Tabelle Nr. 46	sind vergoren HCOOH	
		47	48
1. Tages	3.94	4.56	6.90
2. »	10.46	14.39	13.01
3. »	—	7.44	5.88
4. »	—	2.16	3.10
5. »	3.65	3.02	1.53
6. »	4.62	—	—
7. »	2.58	—	—
8. »	2.34	—	—
9. »	2.02	—	—
10. »	0.71	—	—
11. »	0.24	—	—

Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

	Tabelle Nr. 46	47	48
1. Tag	181	212	317
2. »	663	872	916
3. »	—	1215	1187
4. »	933	1314	1329
5. »	1101	1453	1400
6. »	1313	—	—
7. »	1432	—	—
8. »	1540	—	—
9. »	1633	—	—
10. »	1665	—	—
11. »	1667	—	—

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	Tabelle Nr. 46	sind vergoren HCOOH	
		47	48
1. Tages	181	212	317
2. »	482	660	599
3. »	—	343	271
4. »	—	99	142
5. »	168	139	71
6. »	212	—	—
7. »	119	—	—
8. »	108	—	—
9. »	93	—	—
10. »	32	—	—
11. »	2	—	—

Die Versuchsreihen 42, 43, 44, 45 zeigen im allgemeinen keine so gute Übereinstimmung wie die analogen Versuchsreihen (10, 11, 12, 13) bei *Bac. Prodigiosus* Kräl. Aber die Übereinstimmung ist doch wiederum so gut, daß man auch hier schließen kann, daß es wohl möglich ist, bei verschiedenen Darstellungen eine Nährbouillon zu erhalten, welche den Bakterien analoge Lebensbedingungen bietet. Die Abweichungen, die innerhalb dieser 4 Versuchsreihen vorkommen, lassen sich wohl auf eine Verschiedenartigkeit des Luftwechsels zurückführen. — Für Vergleichszwecke soll die korrigierte mittlere Tabelle verwendet werden.

Nach 5 Tagen sind 0,1136 g = 24,68% Ameisensäure vergoren. Die größte Gärungsintensität liegt innerhalb des 2. Tages; innerhalb dieses Tages werden 0,0531 g = 11,54% Ameisensäure vergoren. Nach diesem Tage fällt die Gärungsintensität ab, und sie scheint nach 5 Tagen so ziemlich ihr Ende erreicht zu haben.

Die Versuchsreihen 46, 47, 48 zeigen untereinander keine gute Übereinstimmung; auch die Versuchsreihen 47 und 48 zeigen keine so gute Übereinstimmung, wie man sie wohl erwarten dürfte, da für beide Versuchsreihen dieselbe Bouillon verwendet wurde. Die Unterschiede zwischen Versuchsreihen 46 einerseits und 47, 48 andererseits lassen sich wohl auf eine Verschiedenartigkeit der Bouillon zurückführen, aber für die Unterschiede zwischen den beiden Versuchsreihen 47 und 48 läßt sich nur eine Verschiedenartigkeit des Luftwechsels verantwortlich machen.

Nach 5 Tagen sind vergoren Ameisensäure:

Tab. 46	0,1101 g	= 23,92%
» 47	0,1453 »	= 31,57%
» 48	0,1400 »	= 30,42%

Die größte Gärungsintensität liegt, wie aus Versuchsreihe 47 und 48 hervorgeht, innerhalb des 2. Tages. Innerhalb dieses Tages werden vergoren Ameisensäure:

Tab. 47	0,0660 g	= 14,39%
» 48	0,0599 »	= 14,01%

Nach diesem Tage fällt die Gärungsintensität allmählich ab, hat aber nach 5 Tagen noch nicht ihr Ende erreicht.

Zum Vergleich der beiden Gruppen von Versuchsreihen wird es wohl am besten sein, die erhaltenen Zahlen noch einmal nebeneinander zu legen. Von der Gruppe 42, 43, 44, 45 soll hierzu nicht das Mittel aus den 4 Versuchsreihen, sondern jede einzelne Versuchsreihe verwendet werden.

Tabelle Nr.	42	43	44	45	46	47	48
1. Tag	272	199	204	—	181	212	317
2. »	651	754	724	720	663	872	916
3. »	967	—	981	973	—	1215	1187
4. »	1309	1280	—	1088	932	1314	1329
5. »	—	1411	1140	1131	1101	1453	1400

Tabelle Nr.	42	43	44	45	46	47	48
1. Tag	5,91	4,33	4,43	—	3,94	4,56	6,90
2. »	14,15	16,39	15,72	15,65	14,40	18,95	19,91
3. »	21,01	—	21,32	21,15	—	26,39	25,79
4. »	28,44	27,81	—	23,65	20,27	28,55	28,89
5. »	—	30,66	24,77	24,58	23,92	31,57	30,42

Betrachtet man zunächst die beiden Gruppen von Versuchsreihen, so wird man finden, daß die Differenzen im allgemeinen recht große sind; aber bei genauerem Vergleich wird man auch sehen, daß manche Zahlen der ersten Gruppe mit denen der zweiten Gruppe eine recht gute Übereinstimmung zeigen. Hieraus geht wohl hervor, daß nicht eine physiologische Veränderung der Bakterien die Ursache der Verschiedenheit ist, sondern andere Ursachen, nämlich Verschiedenheit der Bouillon oder ungleichmäßiger Luftzutritt. An eine Veränderung des physiologischen Zustandes der Bakterien wäre immerhin zu denken, da zwischen der Ausführung der ersten Gruppe von Versuchsreihen und der zweiten ein Zeitraum von  $3\frac{1}{2}$  bis 4 Monaten liegt. Die Annahme, daß eine Veränderung des physiologischen Zustandes der Bakterien die Ursache der Differenzen sei, wird auch noch dadurch unwahrscheinlich, daß die Differenzen zwischen der ersten Gruppe von Versuchsreihen und Versuchsreihe 46, zwischen welchen ein Zeitraum von  $3\frac{1}{2}$ —4 Monaten liegt, kleiner sind als die zwischen Versuchs-

reihe 46 und Versuchsreihe 47 und 48, zwischen welchen ein Zeitraum von 6 Wochen liegt.

Nehmen wir nun aus den sämtlichen Zahlen das Mittel, so sind nach 5 Tagen  $0,1273 \text{ g} = 27,65\%$  Ameisensäure vergoren. Die größte Gärungsintensität liegt innerhalb des 2. Tages; an diesem Tage werden  $0,0526 \text{ g} = 11,30\%$  Ameisensäure vergoren.

## 4. 37°.

Tabelle Nr. 49.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 37°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,7046	0,4598	99,90	0,0004	0,10
2	4,7120	0,4605	100,06	0,0003	0,06
3	4,7114	0,4604	100,05	0,0002	0,05
4	4,7078	0,4601	99,97	0,0001	0,03
5	—	—	—	—	—

Tabelle Nr. 50.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 37°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,7094	0,4602	100,01	0,0000	0,01
2	4,7092	0,4602	100,00	0,0000	0,00
3	—	—	—	—	—
4	4,6966	0,4590	99,73	0,0012	0,27

Tabelle Nr. 51.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 37°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,7086	0,4602	99,99	0,0000	0,01
2	4,7086	0,4600	99,95	0,0002	0,05
3	4,7072	0,4600	99,96	0,0002	0,04
4	4,7032	0,4596	99,87	0,0006	0,13
5	4,7092	0,4602	100,00	0,0000	0,0

Tabelle Nr. 52.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 37°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,7122	0,4605	100,07	0,0003	0,07
2	4,7118	0,4605	100,06	0,0003	0,06
3	4,6996	0,4593	99,80	0,0009	0,20
4	4,7010	0,4594	99,83	0,0008	0,17
5	—	—	—	—	—

Die Neutralisation der Nährbouillon wurde mit Hilfe von Lackmuspapier als Indikator durchgeführt; die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

Vergleich der bei den verschiedenen Temperaturen erhaltenen Zahlen.

Hier fällt zunächst die Tatsache in die Augen, daß bei 37° keine Ameisensäure mehr vergoren wird, diese Temperatur braucht also fernerhin nicht mehr berücksichtigt zu werden. Die größte Gärungsintensität liegt bei allen Temperaturen innerhalb des 2. Tages.

An diesem Tage werden vergoren

bei 17° 0,0408 g = 8,88% Ameisensäure

» 21° 0,0468 g = 10,17% »

» 27° 0,0526 g = 11,30% »

Die Gärung hat bei 17° und 21° nach 5 Tagen fast ihr Ende erreicht, bei 27° aber noch nicht.

Nach 5 Tagen sind vergoren

bei 17° 0,0773 g = 16,82% Ameisensäure

» 21° 0,1176 g = 25,55%

» 27° 0,1273 g = 27,65%

Die Zahlen sagen aus, daß innerhalb 5 Tagen bei 21° mehr Ameisensäure vergoren wird als bei 17°, und bei 27° mehr Ameisensäure als bei 21°. Die Differenz zwischen 17° und 21° beträgt 0,0403 g = 8,73% und die zwischen 21° und 27° 0,0097 g = 2,10%. Der Sprung von 17° auf 21° (Unterschied 4°) ist bedeutend größer, annähernd 4 mal, als der zwischen 21° und 27° (Unterschied 6°).

Vergleich der mit Calciumformiat und mit Natriumformiat erhaltenen Zahlen.

Während mit Natriumformiat bei 37° überhaupt keine Vergärung mehr erhalten wird, wird Calciumformiat bei dieser Temperatur noch vergoren. Innerhalb 5 Tagen werden 0,0383 g = 8,32% Ameisensäure vergoren. Bei 27° werden beide Salze vergoren. Bei Anwendung von Natriumformiat wird innerhalb 5 Tagen 0,1273 g = 27,65%, bei Anwendung von Calciumformiat dagegen nur 0,406 g = 8,61% Ameisensäure vergoren.

### B. Stamm K. G. A.

### Tabelle Nr. 53.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 17°

Bakterium: Bac. Plymouthensis K. G. A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,5892	0,4485	97,45	0,0117	2,55
2	3	4,4246	0,4324	93,96	0,0278	6,04
3	5	4,3186	0,4220	91,71	0,0382	8,29
4	7	4,1256	0,4032	87,61	0,0570	12,39
5	9	3,9224	0,3833	83,29	0,0769	16,71

Tabelle Nr. 54.

0.4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 17°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis K. G. A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,6104	0,4506	97,90	0,0096	2,10
2	4	4,4036	0,4304	93,51	0,0298	6,49
3	6	4,3198	0,4222	91,73	0,0380	8,27
4	8	4,1338	0,4040	87,78	0,0562	12,22
5	10	3,9416	0,3852	83,70	0,0750	16,30

Die Neutralisation der Nährbouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt; die Kolben wurden nach Methode 2 geimpft.

#### Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Schwache Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Trübung etwas stärker als am Tage vorher, an der Wandung des Glases, dort wo die Flüssigkeit aufhört, schwach rosenroter Ring, auf der Oberfläche einige kleine rosenrote Hautschollen, die sehr leicht bei geringer Erschütterung zu Boden sinken, Flüssigkeit nicht gefärbt, etwas Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Trübung kaum stärker als am Tage vorher, die Hautschollen sind etwas größer geworden und haben sich intensiver gefärbt, auch die Farbe des roten Ringes ist intensiver geworden, die Flüssigkeit ist nicht gefärbt, etwas mehr Bodensatz als am Tage vorher; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Trübung nicht stärker als am Tage vorher; die Hautschollen sind etwas größer geworden und hellrot gefärbt, ziemlich viel Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Wie am Tage vorher; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Tabelle Nr. 55.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 17°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis K. G. A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,5806	0,4476	97,27	0,0126	2,73
2	3	4,4306	0,4330	94,09	0,0272	5,91
3	5	4,3154	0,4217	91,64	0,0385	8,36
4	7	4,2368	0,4140	89,97	0,0462	10,03
5	9	4,1902	0,4095	88,98	0,0507	11,02

Tabelle Nr. 56.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 17°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis K. G. A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,5982	0,4494	97,65	0,0108	2,35
2	4	4,4182	0,4318	93,82	0,0284	6,18
3	6	4,3112	0,4213	91,55	0,0389	8,45
4	8	4,2446	0,4148	90,14	0,0454	9,86
5	10	4,1828	0,4088	88,82	0,0514	11,18

Die Neutralisation der Nährbouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt; die Kolben wurden nach Methode 2 geimpft.

#### Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Schwache Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, etwas Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Schwache Trübung, auf der Oberfläche einige kleine rosenrote Hautschollen, an der Wandung des Glases, dort wo die Flüssigkeit aufhört, schwach rosenroter Ring, sonst kein Farbstoff, etwas Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Mittelstarke Trübung, viele kleine rosenrote Hautschollen, der rosenrote Ring ist intensiver gefärbt als am Tage vorher, ziemlich viel Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Starke Trübung. viele kleine isolierte Hautschollen, die Färbung der Hautschollen ist intensiver geworden als am Tage vorher, sonst kein Farbstoff, ziemlich viel Bodensatz: Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Wie am Tage vorher: Kolben sehen gleichmäßig aus.

Versuchsreihen 55, 56, welche gleichzeitig angestellt wurden, wurden 3 Wochen später als Versuchsreihen 53, 54, welche ebenfalls gleichzeitig angestellt wurden, durchgeführt.

#### Vergleich der gefundenen relativen Werten.

Tabelle Nr.	53	54	55	56
1. Tag	2,55	2,10	2,73	2,53
2. »	6,04	6,49	5,91	6,18
3. »	8,28	8,27	8,36	8,45
4. »	12,39	12,22	10,03	9,86
5. »	16,71	16,30	11,02	11,18

Beim Vergleich der beiden Parallelversuche 53, 54 und 55, 56, die mit einem Zeitunterschied von 3 Wochen ausgeführt wurden, findet man, daß die ersten 3 Tage gut übereinstimmende Werte geben. Bei den beiden letzten Tagen treten recht bedeutende Verschiedenheiten hervor; während die zu derselben Zeit angestellten Versuchsreihen untereinander auch hier gute Übereinstimmung zeigen (53 und 54 — 55 und 56), wird bei den Versuchsreihen 53, 54 bedeutend mehr Ameisensäure vergoren, als bei den Versuchsreihen 55, 56. Für diese Differenzen kommt als Ursache der physiologische Zustand der Bakterien und die ungleiche Menge der Einsaat nicht in Betracht, denn dann hätten sich die Differenzen schon früher zeigen müssen; es bleibt nichts anderes übrig, als entweder die Verschiedenheit der Zusammensetzung der Nährbouillon oder der Verschiedenartigkeit des Luftzutrittes die Schuld zuzuschreiben.

#### Mittlere Tabelle.

1. Tag	2,48
2. »	6,16
3. »	8,34
4. »	11,13
5. »	13,80

## Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 53	54	55	56
1. Tag	+ 0,07	- 0,38	+ 0,25	+ 0,05
2. »	- 0,12	+ 0,33	- 0,25	+ 0,02
3. »	- 0,05	- 0,07	+ 0,02	+ 0,11
4. »	+ 1,46	+ 1,09	- 1,10	- 1,27
5. »	+ 2,91	+ 2,50	- 2,78	- 2,62

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind in den ersten 3 Tagen recht klein, sie schwanken zwischen + 0,33% und - 0,38%. Die Abweichungen der beiden Tage sind, weil die beiden Parallelversuchsreihen an diesen Tagen nicht übereinstimmen, natürlich recht groß. Da die gefundenen Werte der gleichzeitig angesetzten Versuchsreihen untereinander gut übereinstimmen, ist es nicht erlaubt, einer der beiden Parallelversuchsreihen den Vorzug zu geben und die andere nicht zu berücksichtigen. Eine korrigierte mittlere Tabelle läßt sich deshalb nicht berechnen. Für Vergleichszwecke dürfte es in diesem Fall am besten sein, aus beiden gleichzeitig angestellten Versuchsreihen das Mittel zu ziehen.

## Mittlere Tabelle aus 53 und 54.

1. Tag	2,33
2. »	6,27
3. »	8,28
4. »	12,30
5. »	16,50

## Mittlere Tabelle aus 55 und 56.

1. Tag	2,63
2. »	6,05
3. »	8,41
4. »	9,95
5. »	11,10

## Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle 53 und 54.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	2,33
2. »	3,94
3. »	2,01
4. »	4,02
5. »	4,20

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	Tabelle Nr. 53	sind vergoren	HCOOH 54
1. Tages		2,55	2,10
2. »		3,49	4,39
3. »		2,25	1,78
4. »		4,10	3,95
5. »		4,32	4,08

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle 55 und 56.)

Innerhalb des	sind vergoren	HCOOH
1. Tages	2,63	
2. »	3,42	
3. »	2,36	
4. »	1,54	
5. »	1,15	

Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

Tabelle Nr.	53	54	55	56
1. Tag	117	96	126	108
2. »	278	298	272	284
3. »	382	380	385	389
4. »	570	562	462	454
5. »	769	750	507	514

Für den Vergleich der absoluten Werte gilt natürlich dasselbe, was beim Vergleich der relativen Werte gesagt worden ist.

Mittlere Tabelle.

1. Tag	112
2. »	283
3. »	384
4. »	512
5. »	635

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind in den ersten 3 Tagen recht klein, erreichen aber am 4. und 5. Tage eine recht beträchtliche Größe.

Mittlere Tabelle aus 53 und 54.

1. Tag	107
2. »	288
3. »	381
4. »	566
5. »	760

## Mittlere Tabelle aus 55 und 56.

1. Tag	117
2. »	278
3. »	387
4. »	458
5. »	512

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle von 53 und 54.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	107
2. »	181
3. »	93
4. »	185
5. »	194

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH	
	Tabelle Nr. 53	54
1. Tages	117	96
2. »	161	202
3. »	104	82
4. »	188	182
5. »	199	188

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle von 55 und 56.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	117
2. »	161
3. »	109
4. »	71
5. »	54

Die Ursache der Nichtübereinstimmung der beiden Gruppen von Versuchsreihen ist schon weiter oben diskutiert worden. In 5 Tagen werden  $0,0635 \text{ g} = 13,80\%$  Ameisensäure vergoren. Die größte Gärungsintensität liegt innerhalb des 2. Tages: innerhalb dieses Tages werden  $0,0171 \text{ g} = 3,68\%$  Ameisensäure vergoren. Nach diesem Tage fällt die Gärungsintensität allmählich ab, ist aber nach 5 Tagen noch nicht beendet.

Auffallend ist hier auch noch, daß trotzdem die makroskopischen Erscheinungen eine recht gute Übereinstimmung zeigen, doch in den erhaltenen Zahlen an den letzten beiden Tagen keine Übereinstimmung vorhanden ist.

## 2. 21°.

Tabelle Nr. 57.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 21°.  
Bakterium: Bac. Plymouthensis K. G. A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,5342	0,4431	96,29	0,0171	3,71
2	3	4,3256	0,4227	91,86	0,0375	8,14
3	5	4,0956	0,4002	86,97	0,0600	13,03
4	7	3,8432	0,3756	81,61	0,0846	18,39
5	9	3,8220	0,3735	81,16	0,0867	18,84

Tabelle Nr. 58.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 21°.  
Bakterium: Bac. Plymouthensis K. G. A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,5438	0,4441	96,49	0,0161	3,51
2	4	4,3280	0,4230	91,91	0,0372	8,09
3	6	4,1992	0,4104	89,17	0,0498	10,83
4	8	3,8586	0,3771	81,94	0,0831	18,06

Die Neutralisation der Nährbouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt; die Kolben wurden nach Methode 2 geimpft.

## Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Mittelstarke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Trübung etwas stärker als am Tage vorher, auf

der Oberfläche einige kleine isolierte Hautschollen, kein Farbstoff, wenig Bodensatz: Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Starke Trübung, auf der Oberfläche viele kleine isolierte Hautschollen, an der Wandung des Glases dort, wo die Flüssigkeit aufhört, schwach rosenrot gefärbter Ring, sonst kein Farbstoff, etwas Bodensatz: Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Starke Trübung, auf der Oberfläche ziemlich viel rosa gefärbte Hautschollen, sonst kein Farbstoff, wenig Bodensatz: Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Wie am Tage vorher.

Tabelle Nr. 59.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 21°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis K. G. A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,5412	0,4438	96,43	0,0164	3,57
2	3	4,2654	0,4168	90,58	0,0434	9,42
3	5	4,0812	0,3988	86,67	0,0614	13,33
4	7	3,9920	0,3901	84,77	0,0701	15,23
5	9	3,9388	0,3849	83,64	0,0753	16,36

Tabelle Nr. 60.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 21°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis K. G. A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,5308	0,4428	96,21	0,0174	3,79
2	4	4,2716	0,4174	90,71	0,0428	9,29
3	6	4,0786	0,3986	86,61	0,0616	13,39
4	8	3,9858	0,3895	84,64	0,0707	15,36
5	—	—	—	—	—	—

Die Neutralisation der Nährbouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt: die Kolben wurden nach Methode 2 geimpft.

## Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Mittelstarke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, wenig Bodensatz: Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Ziemlich starke Trübung, auf der Oberfläche einzelne kleine isolierte Hautschollen, kein Farbstoff, etwas Bodensatz: Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Ziemlich starke Trübung, auf der Oberfläche einzelne rosenrote Hautschollen, sonst kein Farbstoff, etwas Bodensatz: Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Starke Trübung, auf der Oberfläche einzelne rosenrote Hautschollen, sonst kein Farbstoff, etwas Bodensatz: Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Wie am Tage vorher.

Versuchsreihen 59, 60, welche zu gleicher Zeit angestellt wurden, wurden 3 Wochen später als Versuchsreihen 57, 58, welche ebenfalls gleichzeitig angestellt wurden, durchgeführt.

## Vergleich der gefundenen relativen Werte.

	Tabelle Nr. 57	58	59	60
1. Tag	3,71	3,51	3,57	3,79
2. >	8,14	8,09	9,42	9,29
3. >	13,03	10,83	13,33	13,39
4. >	18,03	18,06	15,23	15,36
5. >	18,84	—	16,36	—

Vergleicht man zunächst die beiden zu gleicher Zeit angesetzten Versuchsreihen 57 und 58, so findet man, daß die Werte im allgemeinen gut übereinstimmen, nur der Wert 10,83 am 3. Tage fällt aus der Versuchsreihe heraus. Beim Vergleich der Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure wird man finden, daß der Parallelwert 13,03 in diesem Falle der wahrscheinlichere ist: der Wert 10,83 wäre also bei der Berechnung der mittleren Tabelle auszuschalten. Die anderen beiden Versuchsreihen 59 und 60, welche ebenfalls zu gleicher Zeit angesetzt wurden, zeigen untereinander gute Übereinstimmung. Vergleicht man aber die beiden Versuchsreihen 57, 58 mit 59, 60, welche mit einem Zeitunterschied von 3 Wochen angesetzt wurden, so sind die Differenzen recht bedeutend. Am 2. Tage ist bei 59, 60 mehr Ameisensäure vergoren als bei 57, 58. Am 3. Tage sind die Werte wieder annähernd dieselben, wenn von der Zahl 10,83, welche aus

den weiter oben angeführten Gründen ausgeschieden werden soll, abgesehen wird. Am 4. Tage ist das Verhältnis umgekehrt wie am 2. Tage; hier ist bei 57, 58 bedeutend mehr Ameisensäure vergoren als bei 59, 60 und ebenso liegen die Verhältnisse am 5. Tage.

Die Ursache dieser Verschiedenheit dürfte wohl wieder in einer ungleichartigen Bouillon und in der Verschiedenartigkeit des Luftzutrittes zu suchen sein.

Mittlere Tabelle aus 57 und 58.

1. Tag	3,61
2. »	8,12
3. »	13,03
4. »	18,05
5. »	18,84

Mittlere Tabelle aus 59 und 60.

1. Tag	3,68
2. »	9,36
3. »	13,36
4. »	15,30
5. »	16,36

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle 57 und 58.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	3,61
2. »	4,51
3. »	4,91
4. »	5,02
5. »	0,79

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle 59 und 60.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	3,68
2. »	5,68
3. »	4,00
4. »	1,94
5. »	1,06

## Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

	Tabelle Nr. 57	58	59	60
1. Tag	171	161	164	174
2. „	375	372	434	428
3. „	600	498	614	616
4. „	846	831	701	707
5. „	867	—	753	—

Für diese Tabelle gilt natürlich dasselbe, was für den Vergleich der gefundenen relativen Werte gesagt worden ist.

## Mittlere Tabelle aus 57 und 58.

1. Tag	166
2. „	374
3. „	600
4. „	839
5. „	867

## Mittlere Tabelle aus 59 und 60.

1. Tag	169
2. „	431
3. „	615
4. „	704
5. „	753

## Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle 57 und 58.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	166
2. „	208
3. „	226
4. „	239
5. „	28

## Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle 59 und 60.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	169
2. „	262
3. „	184
4. „	99
5. „	49

Die Ursache der Verschiedenheit der beiden Versuchsreihen ist schon weiter oben diskutiert worden.

Nach 5 Tagen werden im Mittel 0,0810 g = 17,60% Ameisensäure vergoren. Die Gärungsintensität ist innerhalb des 2. Tages am größten; innerhalb dieses Tages werden im Mittel vergoren 0,0237 g = 5,09% Ameisensäure.

Merkwürdig ist auch wieder hier, daß trotz der guten Übereinstimmung der makroskopischen Erscheinungen die erhaltenen Werte derartige Unterschiede zeigen.

## 3. 27°.

Tabelle Nr. 61.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis K.G.A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,4686	0,4367	94,89	0,0235	5,11
2	3	4,1964	0,4101	89,11	0,0501	10,89
3	5	3,9574	0,3867	84,04	0,0735	15,96
4	7	3,7994	0,3713	80,68	0,0889	19,32
5	9	3,4256	0,3348	72,75	0,1254	27,25

Tabelle Nr. 62.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis K.G.A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,2920	0,4390	95,39	0,0212	4,61
2	4	4,2286	0,4133	89,80	0,0469	10,20
3	6	3,9756	0,3885	84,42	0,0717	15,58
4	8	3,8120	0,3725	80,95	0,0877	19,05
5	10	3,4454	0,3367	73,17	0,1235	26,83

Die Neutralisation der Nährbouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt: die Kolben wurden nach Methode 2 geimpft.

## Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Mittelstarke Trübung, auf der Oberfläche einige isolierte Hautschollen, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Trübung etwas stärker als am Tage vorher, auf Kolben 6, 7, 8, 9, 10 schwache farblose, nicht zusammenhängende Haut, auf Kolben 5 keine Haut, kein Farbstoff, sehr wenig Bodensatz; Kolben sehen im allgemeinen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Starke Trübung, auf einigen Kolben einige farblose Hautschollen, auf anderen nicht; kein Farbstoff, unangenehmer Geruch, sehr wenig Bodensatz; Kolben sehen im allgemeinen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Sehr starke Trübung, auf der Oberfläche einige farblose isolierte Hautschollen, kein Farbstoff, unangenehmer Geruch, wenig Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Wie am Tage vorher; Kolben sehen gleichmäßig aus.

## Tabelle Nr. 63.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis K.G.A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,4894	0,4387	95,33	0,0215	4,67
2	3	4,2194	0,4123	89,60	0,0479	10,40
3	5	3,9684	0,3878	84,27	0,0724	15,73
4	7	3,8082	0,3722	80,87	0,0880	19,13
5	9	3,7086	0,3624	78,75	0,0978	21,25

## Tabelle Nr. 64.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: Bac. Plymouthensis K.G.A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,4756	0,4372	95,04	0,0230	4,96
2	4	4,2086	0,4113	89,37	0,0489	10,63
3	6	3,9550	0,3865	83,99	0,0737	16,01
4	8	3,8164	0,3730	81,04	0,0872	18,96
5	10	3,6914	0,3607	78,39	0,0995	21,61

Die Neutralisation der Nährbouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt; die Kolben wurden nach Methode 2 geimpft.

#### Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Mittelstarke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, etwas Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Trübung etwas stärker als am Tage vorher, nur am Rande etwas farblose Haut, kein Farbstoff, etwas Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Trübung nicht stärker als am Tage vorher, auf der Oberfläche einzelne Hautschollen, am Rande etwas Haut, auf Kolben 9 etwas mehr Haut als auf 7, 8, 10, kein Farbstoff, in Kolben 9 ziemlich viel Bodensatz; in Kolben 7, 8 und 10 etwas Bodensatz; Kolben sehen im allgemeinen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Kolben 9 bedeutend stärker getrübt als Kolben 10, auf beiden etwas farblose Haut, kein Farbstoff, ziemlich viel Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Wie am Tage vorher; Kolben sehen ungleichmäßig aus.

Versuchsreihen 63 und 64, welche zu gleicher Zeit angestellt wurden, wurden 3 Wochen später als Versuchsreihen 61, 62, welche ebenfalls gleichzeitig angestellt wurden, durchgeführt.

#### Vergleich der gefundenen relativen Werte.

Tabelle Nr.	61	62	63	64
1. Tag	5,11	4,61	4,67	4,96
2. „	10,89	10,20	10,40	10,63
3. „	15,96	15,58	15,73	16,01
4. „	19,32	19,05	19,13	18,96
5. „	27,25	26,83	21,25	21,61

#### Mittlere Tabelle.

1. Tag	4,84
2. „	10,53
3. „	15,82
4. „	19,12
5. „	24,24

#### Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten.

Tabelle Nr.	61	62	63	64
1. Tag	+ 0,27	- 0,23	- 0,17	+ 0,12
2. „	+ 0,36	- 0,33	- 0,13	+ 0,10
3. „	+ 0,14	- 0,24	- 0,09	+ 0,19
4. „	+ 0,20	- 0,07	+ 0,01	- 0,16
5. „	+ 3,01	+ 2,59	- 2,99	- 2,63

Die Abweichungen der einzelnen gefundenen Zahlen von den mittleren Werten sind, abgesehen von den Zahlen des 5. Tages, nicht größer als  $+0,36\%$  und  $-0,33\%$ . Die Zahlen des 5. Tages, die bei den gleichzeitig angestellten Versuchsreihen 61, 62 und 63, 64 gut übereinstimmen, differieren untereinander ganz bedeutend; an und für sich hätten also wohl beide Zahlengruppen gleichen Anspruch, als richtig angesehen zu werden. Da aber der Sprung von  $19\%$  auf  $27\%$  viel zu groß ist, dürften wohl die Zahlen 21,25 und 21,61 als passende angenommen werden. Werden die beiden Zahlen des 5. Tages 27,25 und 26,83 nicht berücksichtigt, so wird folgende korrigierte mittlere Tabelle erhalten.

## Korrigierte mittlere Tabelle.

1. Tag	4,84
2. »	10,53
3. »	15,82
4. »	19,12
5. »	21,43

## Abweichungen der gefundenen von den korrigierten mittleren Werten.

Tabelle Nr.	61	62	63	64
1. Tag	+ 0,27	- 0,23	- 0,17	+ 0,12
2. »	+ 0,36	- 0,33	- 0,13	+ 0,10
3. »	+ 0,14	- 0,24	- 0,09	+ 0,19
4. »	+ 0,20	- 0,07	+ 0,01	- 0,16
5. »	+ 5,82	+ 5,40	- 0,18	+ 0,18

Abgesehen von den eingerahmten Zahlen sind die Abweichungen der gefundenen von den korrigierten mittleren Werten recht klein, sie schwanken zwischen  $+0,36$  und  $-0,33$ .

## Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der korrigierten mittleren Tabelle.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	4,84
2. »	5,69
3. »	5,29
4. »	4,30
5. »	2,31

## Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

Tabelle Nr.	61	62	63	64
1. Tag	235	212	215	230
2. >	501	469	479	489
3. >	735	717	724	737
4. >	889	877	880	872
5. >	1254	1235	978	995

Da die wahre mittlere Tabelle mit der korrigierten mittleren Tabelle große Ähnlichkeit besitzt, sie weichen nur am 5. Tage voneinander ab, soll direkt die korrigierte mittlere Tabelle berechnet werden.

## Korrigierte mittlere Tabelle.

1. Tag	223
2. >	485
3. >	728
4. >	880
5. >	987

## Abweichung der gefundenen von den korrigierten mittleren Werten.

Tabelle Nr.	61	62	63	64
1. Tag	+ 12	- 11	- 8	+ 7
2. >	+ 16	- 16	- 6	+ 4
3. >	+ 7	- 11	- 4	+ 9
4. >	+ 9	- 3	+ 0	- 8
5. >	+ 267	+ 248	- 9	+ 8

Abgesehen von den eingerahmten Zahlen von + 0,0267 g und + 0,0248 g sind die Abweichungen von den korrigierten mittleren Werten recht klein, sie schwanken zwischen + 0,0016 g und - 0,0016 g.

## Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der korrigierten mittleren Tabelle.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	223
2. >	262
3. >	243
4. >	152
5. >	107

Die erhaltenen Zahlen zeigen eine recht gute Übereinstimmung, nur am 5. Tage kommen größere Abweichungen vor; diese Abweichungen müssen einer Verschiedenartigkeit des Luftzutrittes zugeschrieben werden. Auch aus diesen Versuchsreihen geht wieder mit voller Klarheit hervor, daß zu verschiedenen Zeiten identische Bouillonsorten dargestellt werden können. In 5 Tagen werden  $0,0987 \text{ g} = 21,43\%$  Ameisensäure vergoren. Die größte Gärungsintensität liegt innerhalb des 2. Tages; innerhalb dieses Tages werden  $0,0262 \text{ g} = 5,69\%$  Ameisensäure vergoren; nach diesem Tag fällt die Gärungsintensität sehr allmählich ab und ist nach 5 Tagen noch nicht beendet.

#### Vergleich der bei den einzelnen Temperaturen erhaltenen Zahlen.

Die größte Gärungsintensität liegt bei allen Temperaturen innerhalb des 2. Tages. An diesem Tage werden vergoren

bei  $17^{\circ}$   $0,0171 \text{ g} = 3,68\%$

»  $21^{\circ}$   $0,0237 \text{ g} = 5,09\%$

»  $27^{\circ}$   $0,0262 \text{ g} = 5,69\%$

Nach 5 Tagen sind vergoren

bei  $17^{\circ}$   $0,0635 \text{ g} = 13,80\%$

»  $21^{\circ}$   $0,0810 \text{ g} = 17,60\%$

»  $27^{\circ}$   $0,0987 \text{ g} = 21,43\%$

Bei  $21^{\circ}$  wird mehr Ameisensäure vergoren als bei  $17^{\circ}$  und bei  $27^{\circ}$  mehr als bei  $21^{\circ}$ . Die Differenz zwischen  $17^{\circ}$  und  $21^{\circ}$  beträgt  $0,0175 \text{ g} = 3,80\%$  und die zwischen  $21^{\circ}$  und  $27^{\circ}$   $0,0177 \text{ g} = 3,83\%$ . Der Sprung von  $17^{\circ}$  auf  $21^{\circ}$  (Unterschied  $4^{\circ}$ ) ist ebensogroß, wie der zwischen  $21^{\circ}$  und  $27^{\circ}$  (Unterschied  $6^{\circ}$ ).

#### Vergleich von Bac. Plymouth. Kräl mit Bac. Plymouth. K. G. A.

Nach 5 Tagen sind vergoren:

Kräl

K. G. A.

$17^{\circ}$

$0,0733 \text{ g} = 16,82\%$

$0,0635 \text{ g} = 13,80\%$

$$0,1176 \text{ g} = 25,55\% \quad 21^{\circ} \quad 0,0810 \text{ g} = 17,60\%$$

$$0,1273 \text{ g} = 27,65\% \quad 27^{\circ} \quad 0,0987 \text{ g} = 21,43\%$$

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß Bac. Plymouth. Kräl nach 5 Tagen bedeutend mehr Ameisensäure zu vergären vermag als Bac. Plymouth. K.G.A.

Die Differenz beträgt bei

$$17^{\circ} \quad 0,0138 \text{ g} = 3,02\%$$

$$21^{\circ} \quad 0,0366 \text{ g} = 7,95\%$$

$$27^{\circ} \quad 0,0286 \text{ g} = 6,22\%$$

Während bei Bac. Plymouth. K.G.A. die Differenzen zwischen 17 und 21° und zwischen 21 und 27° gleich groß sind, ist die Differenz bei Bac. Plymouth. Kräl zwischen 17 und 21° bedeutend größer als die zwischen 21 und 27°. Hieraus läßt sich wohl mit ziemlicher Sicherheit schließen, daß die Optimaltemperatur für die Vergärung der Ameisensäure durch Bac. Plymouth. Kräl eine andere ist, als die für Bac. Plymouth. K.G.A.

Diese Zahlen geben natürlich noch kein endgültiges Bild von der Verschiedenheit der beiden Stämme, da die Zahlen mittlere Werte sind und die einzelnen Zahlen teilweise recht schlecht miteinander übereinstimmen. Wegen dieser Ungleichmäßigkeit der erhaltenen Zahlen ist es auch vorläufig zwecklos, die Werte von Tag zu Tag zu vergleichen, um eventuell Gesetzmäßigkeiten zu finden; dies muß verschoben werden, bis eine absolute Gleichmäßigkeit des Nährmaterials und der Luftzufuhr erreicht ist und dadurch eine bessere Übereinstimmung der Zahlen erreicht wird.

Die Verschiedenheit der erhaltenen Werte ist jedenfalls auf eine Verschiedenheit des physiologischen Zustandes der beiden Bakterienstämme zurückzuführen. Vergleicht man die bei beiden Stämmen beobachteten makroskopischen Erscheinungen miteinander, so wird man finden, daß sich im allgemeinen dasselbe Bild ergibt. Aus den erhaltenen makroskopischen Bildern würde man wohl kaum auf eine physiologische Verschiedenheit der beiden Stämme schließen können, während

die erhaltenen Zahlen die physiologische Verschiedenheit beweisen. Hier sieht man deutlich, daß nur durch eine quantitative chemische Analyse solche physiologische Verschiedenheiten aufgedeckt werden können, welche bei der gewöhnlichen bakteriischen Beobachtung nicht zutage treten. Auch läßt sich durch die quantitative chemische Analyse eine exakt zahlenmäßige Beziehung finden, deren Aufstellung mit Hilfe der üblichen bakteriologischen Arbeitsweisen unmöglich ist. Nur läßt sich in unserem Falle diese zahlenmäßige Beziehung noch nicht mit Sicherheit aufstellen, da vorläufig die Zahlen noch zu wenig miteinander übereinstimmen. Aber wenn die diese Verschiedenheiten bedingenden Faktoren erst einmal ausgeschaltet sind, werden die Beziehungen mit aller Klarheit hervortreten.

---

**Notiz zu der Arbeit von F. Malengreau und A. Lebailly:  
Über die synthetischen Homocholine.**

(Diese Zeitschrift, Bd. LXVII, Heft 1.)

Von

**Fr. Kutscher.**

---

(Der Redaktion zugegangen am 22. Juni 1910.)

---

In meinem Laboratorium hat bereits vor längerer Zeit Herr Berlin die Homocholine synthetisch dargestellt.

Zum Vergleich hat er auch größere Mengen von Neosin aus Krabbenextrakt zu gewinnen versucht. Die letztere Arbeit war sehr schwierig und zeitraubend und hat deshalb bisher eine Veröffentlichung seiner Resultate hintangehalten. Ich bitte, dieses Gebiet noch kurze Zeit meinem Laboratorium überlassen zu wollen.