

# Beiträge zur Biochemie der Mikroorganismen.

## VIII. Mitteilung.<sup>1)</sup>

Von

Hartwig Franzen.

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

Von

Hartwig Franzen und F. Egger.

(Mitteilung aus dem chemischen Institut der Universität Heidelberg.)

(Der Redaktion zugegangen am 17. September 1913.)

In der vorhergehenden Abhandlung haben wir das Zahlenmaterial, welches bei der Vergärung der Ameisensäure durch *Bacillus Kiliense* erhalten wurde, mitgeteilt; in dieser Mitteilung soll zum Schluß über das unter gleichen Umständen mit *Bacillus Plymouthensis* gewonnene Zahlenmaterial berichtet werden.

17°.

Tabelle Nr. 71. I. Tag 13. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,6526	0,4547	98,80	-0,0055	-1,20
2	3	4,5480	0,4445	96,58	-0,0157	-3,42
3	5	4,6559	0,4550	98,87	-0,0052	-1,13
4	7	4,4563	0,4355	94,63	-0,0247	-5,37
5	9	4,2745	0,4178	90,77	-0,0424	-9,23

<sup>1)</sup> VII. Mitteilung: Diese Zeitschrift, Bd. 83, 1913, S. 226.

Tabelle Nr. 72. 1. Tag 13. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,6481	0,4542	98,70	—0,0060	— 1,30
2	4	4,5585	0,4455	96,80	—0,0147	— 3,20
3	6	verunglückt				
4	8	4,4432	0,4342	94,35	—0,0260	— 5,65
5	10	4,2060	0,4110	89,32	—0,0492	—10,68

Tabelle Nr. 73. 1. Tag 13. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	11	4,6517	0,4546	98,78	—0,0056	— 1,22
2	13	4,6662	0,4560	99,09	—0,0042	— 0,91
3	15	4,5597	0,4456	96,82	—0,0146	— 3,18
4	17	4,4573	0,4356	94,65	—0,0246	— 5,35
5	19	3,8479	0,3760	81,71	—0,0942	—18,29

Tabelle Nr. 74. 1. Tag 13. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	12	4,6605	0,4555	98,97	—0,0047	— 1,03
2	14	4,6414	0,4536	98,56	—0,0076	— 1,44
3	16	4,5422	0,4439	96,46	—0,0163	— 3,54
4	18	4,4534	0,4352	94,59	—0,0250	— 5,41
5	20	verunglückt				

### Makroskopische Beobachtungen.

- I. Tag. Die Flüssigkeit überall völlig klar.
- II. Tag. Alle Kolben noch völlig unverändert.
- III. Tag. Jetzt alle Kolben schwach angegangen. Kolben 16 stärker entwickelt.
- IV. Tag. Überall deutlich trübe Flüssigkeit.
- V. Tag. Am Rande dicker weißer Ring, leichte Farbstoffbildung.

Mittlere Tabelle der relativen Werte.

	— 1,19	
	— 2,24	
		<u>73, 74</u>
		— 3,38
	— 5,45	
<u>71, 72</u>		
— 9,95		

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

71	72	73	74
— 0,01	+ 0,11	+ 0,03	— 0,16
+ 1,18	+ 0,93	— 1,33	— 0,80
— 2,23	—	— 0,18	+ 0,18
— 0,08	+ 0,2	— 0,1	— 0,03
— 0,72	+ 0,73	+ 8,34	—

Mittlere Tabelle der absoluten Werte.

	— 55	
	— 105	
		<u>73, 74</u>
		— 155
	— 251	
<u>71, 72</u>		
— 458		

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

71	72	73	74
+ 0	+ 5	+ 1	— 8
+ 52	+ 52	— 63	— 29
— 103	—	— 9	+ 8
— 4	+ 9	— 5	— 1
+ 34	— 34	—	—

Tabelle Nr. 75. 1. Tag 20. II. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,6839	0,4577	99,47	—0,0025	— 0,53
2	3	4,5965	0,4492	97,61	—0,0110	— 2,39
3	5	4,6121	0,4507	97,94	—0,0095	— 2,06
4	7	4,3492	0,4250	92,36	—0,0352	— 7,64
5	9	4,0756	0,3983	86,57	—0,0619	—13,43

Tabelle Nr. 76. 1. Tag 20. II. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,6600	0,4454	98,98	—0,0074	— 1,02
2	4	4,6050	0,4500	97,79	—0,0102	— 2,21
3	6	4,5918	0,4487	97,51	—0,0115	— 2,49
4	8	4,3245	0,4226	91,83	—0,0376	— 8,17
5	10	4,0728	0,3980	86,49	—0,0622	—13,51

Tabelle Nr. 77. 1. Tag 20. II. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	11	4,6340	0,4529	98,41	—0,0073	— 1,58
2	13	4,6055	0,4501	97,80	—0,0101	— 2,20
3	15	4,5938	0,4489	97,55	—0,0113	— 2,45
4	17	4,3144	0,4217	91,62	—0,0385	— 8,38
5	19	4,0508	0,3959	86,02	—0,0643	—13,99

Tabelle Nr. 78. 1. Tag 20. II 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	12	4,6430	0,4538	98,60	-0,0064	- 1,40
2	14	4,6034	0,4499	97,76	-0,0103	- 2,24
3	16	4,5900	0,4486	97,70	-0,0116	- 2,30
4	18	4,3378	0,4239	92,12	-0,0363	- 7,88
5	20	4,0420	0,3950	85,84	-0,0652	- 14,16

## Makroskopische Beobachtungen.

- I. Tag. In keinem Kolben auch nur Spuren einer Trübung wahrnehmbar.
- II. Tag. In allen Kolben eine minimale Trübung.
- III. Tag. Allenthalben ist die Trübung stärker geworden.
- IV. Tag. Es läßt sich eine stärkere Trübung wahrnehmen.
- V. Tag. Alle Kolben zeigen nun Schollen- und Schuppenbildung.

## Mittlere Tabelle der relativen Werte.

— 1,13  
 — 2,26  
 — 2,33  
 — 8,02  
 — 13,77

## Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

75	76	77	78
- 0,6	- 0,11	+ 0,46	+ 0,27
+ 0,13	- 0,05	- 0,06	- 0,02
- 0,27	+ 0,16	+ 0,12	- 0,03
- 0,38	+ 0,15	+ 0,36	- 0,14
- 0,34	- 0,26	+ 0,21	+ 0,39

## Mittlere Tabelle der absoluten Werte.

— 52  
 — 104  
 — 110  
 — 369  
 — 634

## Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

75	76	77	78
— 27	— 4	+ 20	+ 12
+ 6	— 2	— 3	— 1
— 15	+ 5	+ 3	+ 6
— 17	+ 7	+ 16	— 6
— 15	— 12	+ 9	+ 18

## Vergleich der mittleren Tabellen der relativen Werte.

71—74	75—78
— 1,19	— 1,13
— 2,24	— 2,26
— 3,36	— 2,33
— 5,45	— 8,02
— 9,95	— 13,77

## Vergleich der mittleren Tabellen der absoluten Werte.

71—74	75—78
— 55	— 52
— 105	— 104
— 155	— 110
— 251	— 369
— 458	— 634

## Vergleich der gefundenen relativen Werte.

Tag	71	72	73	74	75	76	77	78
1.	-1,2	-1,3	-1,22	-1,03	-0,53	-1,02	-1,54	-1,40
2.	-3,42	-3,2	-0,91	-1,44	-2,39	-2,21	-2,20	-2,24
3.	-1,13	—	-3,18	-3,54	-2,06	-2,49	-2,45	-2,30
4.	-5,37	-5,65	-5,35	-5,41	-7,64	-8,17	-8,38	-7,88
5.	-9,23	-10,68	-18,29	—	-13,43	-13,51	-13,98	-14,16

## Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Tag	71	72	73	74	75	76	77	78
1.	-1,2	-1,3	-1,22	-1,03	-0,53	-1,02	-1,59	-1,40
2.	-2,22	-3,2	+0,31	-0,41	-1,86	-1,19	-0,61	-0,84
3.	+2,29	—	-2,27	-2,10	+0,33	-0,28	-0,25	-0,06
4.	-4,24	—	-2,17	-1,87	-5,58	-5,68	-5,93	-5,58
5.	-3,86	-5,03	-12,94	—	-5,79	-5,34	-5,60	-6,28

## Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

Tag	71	72	73	74	75	76	77	78
1.	-55	-60	-56	-47	-25	-48	-72	-64
2.	-157	-147	-42	-76	-110	-102	-101	-103
3.	-52	—	-146	-163	-95	-115	-113	-116
4.	-247	-260	-246	-250	-352	-376	-385	-363
5.	-424	-492	-942	—	-619	-622	-643	-652

## Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Tag	71	72	73	74	75	76	77	78
1.	-55	-60	-56	-47	-25	-48	-72	-64
2.	-102	-87	+14	-29	-85	-54	-29	-39
3.	+50	—	-188	-87	+15	-13	-12	-13
4.	-195	—	-100	-87	-257	-261	-272	-247
5.	-177	-232	-696	—	-267	-246	-258	-289

Wie ersichtlich, stimmen die bei den beiden Versuchsserien, welche mit einem Zeitunterschied von ca. 5 Wochen angestellt wurden, in der Größenordnung annähernd, namentlich in den ersten Tagen, überein; größere Differenzen machen sich erst in den letzten Tagen bemerkbar. Es dürfte deshalb in diesem Fall angängig sein, eine gemeinsame mittlere Tabelle zu berechnen. Diese würde dann für die relativen Werte lauten, bei Fortlassung des letzten Tages von Tabelle 75, welcher Wert ganz aus dem Rahmen herausfällt,

— 1,16  
 — 2,25  
 — 2,59  
 — 6,73  
 — 12,50

Die Abweichungen der einzelnen Werte von der gemeinsamen mittleren Tabelle betragen dann

71	72	73	74	75	76	77	78
+ 0,04	+ 0,14	+ 0,06	- 0,13	- 0,63	- 0,14	+ 0,43	+ 0,24
- 1,17	+ 0,05	- 1,34	- 0,81	+ 0,14	- 0,04	- 0,05	- 0,01
- 1,64	—	+ 0,59	+ 0,95	- 0,53	- 0,10	- 0,14	- 0,29
- 1,36	- 1,08	- 1,38	- 1,32	+ 0,91	+ 1,44	+ 1,65	+ 1,15
- 3,27	- 1,98	+ 5,79	—	+ 0,93	+ 1,01	+ 1,48	+ 1,66

Wie ersichtlich, ist die Übereinstimmung, mit Ausnahme der letzten Tage, eine ganz befriedigende; auch in den letzten Tagen gehen die Abweichungen nur in zwei Fällen über 2% hinaus. Diese Übereinstimmung der Werte der beiden Versuchsserien läßt sich auch aus dem makroskopischen Bilde entnehmen; die Kolben zeigen in den ersten Tagen ein genau gleiches Bild, erst in den letzten Tagen treten geringfügige Unterschiede auf.

21°.

Tabelle Nr. 79. 1. Tag 24. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
	Nr.					
1	1	4,5936	0,4489	97,55	— 0,0113	— 2,45
2	3	4,6912	0,4585	99,62	— 0,0017	— 0,38
3	5	4,6345	0,4529	98,42	— 0,0073	— 1,58
4	7	4,2483	0,4152	90,21	— 0,0450	— 9,79
5	9	3,9208	0,3832	83,26	— 0,0770	— 16,74

Tabelle Nr. 80. 1. Tag 24. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
	Nr.					
1	2	4,5716	0,4468	97,08	— 0,0134	— 2,92
2	4	4,6773	0,4571	99,33	— 0,0031	— 0,67
3	6	4,6537	0,4548	98,82	— 0,0054	— 1,18
4	8	4,2602	0,4163	90,47	— 0,0439	— 9,53
5	10	3,9139	0,3825	83,13	— 0,0777	— 16,97

Tabelle Nr. 81. 1. Tag 24. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
	Nr.					
1	11	4,5920	0,4488	97,51	— 0,0114	— 2,49
2	13	4,6600	0,4554	98,96	— 0,0048	— 1,04
3	15	4,6505	0,4545	98,76	— 0,0057	— 1,24
4	17	4,2718	0,4175	90,71	— 0,0427	— 9,29
5	19	3,9047	0,3816	82,90	— 0,0786	— 17,10

Tabelle Nr. 82. 1. Tag 24. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	12	4,5837	0,4479	97,34	— 0,0123	— 2,66
2	14	4,6984	0,4591	99,77	— 0,0011	— 0,23
3	16	4,6577	0,4552	98,91	— 0,0050	— 1,19
4	18	4,2752	0,4178	90,78	— 0,0424	— 9,22
5	20	3,9368	0,3847	83,60	— 0,0755	— 16,40

## Makroskopische Beobachtungen.

- I. Tag. Alle Kolben gleichmäßig ohne jegliche Trübung.
- II. Tag. Alle zeigen unmerkliche Trübung.
- III. Tag. Die Trübung jetzt deutlich geworden, Beginn der Ringbildung.
- IV. Tag. Alle Kolben zeigen starken weißen Ring. Flüssigkeit gelb, bei 8 jedoch rot.
- V. Tag. Die Farbe ist gelbrot geworden, der Ring schwimmt in Flocken, die bei Nr. 9 und 10 rosa, sonst weiß gefärbt sind, umher.

## Mittlere Tabelle der relativen Werte.

— 2,63  
 — 0,58  
 — 1,30  
 — 9,48  
 — 16,80

## Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

79	80	81	82
— 0,18	+ 0,29	— 0,14	+ 0,03
— 0,20	+ 0,09	+ 0,46	— 0,35
+ 0,28	— 0,12	+ 0,06	— 0,11
+ 0,31	+ 0,05	— 0,19	— 0,19
— 0,06	+ 0,17	+ 0,30	— 0,40

## Mittlere Tabelle der absoluten Werte.

— 121  
— 27  
— 59  
— 435  
— 772

## Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

79	80	81	82
— 8	+ 13	— 7	+ 2
— 10	+ 4	+ 21	— 16
+ 14	— 5	+ 2	— 9
+ 15	+ 4	— 8	— 11
— 2	+ 5	+ 14	— 17

Tabelle Nr. 83. 1. Tag 27. II. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,6471	0,4541	98,68	—0,0061	— 1,32
2	3	4,5830	0,4479	97,32	—0,0123	— 2,68
3	5	4,2414	0,4145	90,06	—0,0457	— 9,94
4	7	3,8701	0,3782	82,18	—0,0820	—17,82
5	9	3,4486	0,3370	73,58	—0,1232	—26,42

Tabelle Nr. 84. 1. Tag 27. II. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,6327	0,4527	98,38	—0,0075	— 1,62
2	4	4,5792	0,4475	97,24	—0,0127	— 2,76
3	6	4,2627	0,4166	90,52	—0,0436	— 9,48
4	8	3,8880	0,3800	82,56	—0,0802	—17,44
5	10	3,4650	0,3386	73,58	—0,1216	—26,42

Tabelle Nr. 85. 1. Tag 27. II. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	11	4,6320	0,4527	98,36	—0,0075	— 1,64
2	13	4,5856	0,4481	97,37	—0,0121	— 2,63
3	15	4,2201	0,4124	89,62	—0,0478	—10,38
4	17	3,8769	0,3784	82,33	—0,0818	—17,67
5	19	3,4614	0,3383	73,50	—0,1219	—26,50

Tabelle Nr. 86. 1. Tag 27. II. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	12	4,6395	0,4534	98,52	—0,0068	— 1,48
2	14	4,5803	0,4476	97,25	—0,0126	— 2,75
3	16	4,2499	0,4153	90,25	—0,0449	— 9,75
4	18	3,8720	0,3784	82,23	—0,0818	—17,77
5	20	3,4592	0,3381	73,46	—0,1221	—26,54

### Makroskopische Beobachtungen.

- I. Tag. Alle Kolben gleichmäßig schwach abgegangen.  
 II. Tag. Alle Kolben gleichmäßig mit leichter Trübung.  
 III. Tag. Alle Kolben gleichmäßig stark trüb mit ganz schwach rosa Flocken, Kolben 17 stärker rosa.  
 IV. Tag. Alle Kolben wieder gleichmäßig, sonst unverändert.  
 V. Tag. Alle Kolben gleichmäßig mit deutlich rosa Flüssigkeit.

### Mittlere Tabelle der relativen Werte.

— 1,51  
 — 2,71  
 — 9,89  
 — 17,67  
 — 26,47

## Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

83	84	85	86
- 0,19	+ 0,11	+ 0,13	- 0,03
- 0,03	+ 0,05	- 0,08	+ 0,04
+ 0,05	- 0,41	- 0,49	- 0,14
+ 0,15	- 0,23	+ 0	+ 0,10
- 0,05	- 0,05	+ 0,03	+ 0,07

## Mittlere Tabelle der absoluten Werte.

- 70
- 124
- 455
- 814
- 1222

## Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

83	84	85	86
- 9	+ 5	+ 5	- 2
- 1	+ 3	- 3	+ 2
+ 2	- 19	+ 23	- 6
+ 6	- 12	+ 4	+ 4
+ 10	- 6	- 3	- 1

## Vergleich der mittleren Tabellen der relativen Werte.

79-82	83-86
- 2,63	- 1,51
- 0,58	- 2,71
- 1,30	- 9,89
- 9,48	- 17,67
- 16,80	- 26,47

## Vergleich der mittleren Tabelle der absoluten Werte.

79-82	83-86
- 121	- 70
- 27	- 124
- 59	- 455
- 435	- 814
- 772	- 1222

## Vergleich der gefundenen relativen Werte.

Tag	79	80	81	82	83	84	85	86
1.	— 2,45	— 2,92	— 2,49	— 2,66	— 1,32	— 1,62	— 1,64	— 1,48
2.	— 0,38	— 0,67	— 1,04	— 0,23	— 2,68	— 2,76	— 2,63	— 2,75
3.	— 1,58	— 1,18	— 1,24	— 1,19	— 9,94	— 9,48	— 10,38	— 9,75
4.	— 9,79	— 9,53	— 9,29	— 9,22	— 17,82	— 17,44	— 17,67	— 17,77
5.	— 16,74	— 16,97	— 17,10	— 16,40	— 26,42	— 26,42	— 26,50	— 26,54

## Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Tag	79	80	81	82	83	84	85	86
1.	— 2,45	— 2,92	— 2,49	— 2,66	— 1,32	— 1,62	— 1,64	— 1,48
2.	+ 2,07	+ 2,25	+ 1,45	+ 2,43	— 1,36	— 1,14	— 0,99	— 1,27
3.	— 1,20	— 0,51	— 0,20	— 0,96	— 6,26	— 6,72	— 7,75	— 7,00
4.	— 8,21	— 8,35	— 8,05	— 8,03	— 7,88	— 7,96	— 7,29	— 8,02
5.	— 6,95	— 7,44	— 7,81	— 7,18	— 8,60	— 8,98	— 8,83	— 8,77

## Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

Tag	79	80	81	82	83	84	85	86
1.	— 113	— 134	— 114	— 123	— 61	— 75	— 75	— 68
2.	— 17	— 31	— 48	— 11	— 123	— 127	— 121	— 126
3.	— 73	— 54	— 57	— 50	— 457	— 436	— 478	— 449
4.	— 450	— 439	— 427	— 424	— 820	— 802	— 818	— 818
5.	— 770	— 777	— 786	— 755	— 1232	— 1216	— 1219	— 1221

## Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Tag	79	80	81	82	83	84	85	86
1.	— 113	— 134	— 114	— 123	— 61	— 75	— 75	— 68
2.	+ 100	+ 103	+ 66	+ 112	— 62	— 52	— 46	— 58
3.	— 56	— 23	— 9	— 39	— 334	— 309	— 357	— 323
4.	— 377	— 385	— 370	— 374	— 363	— 366	— 340	— 369
5.	— 320	— 338	— 359	— 331	— 412	— 414	— 401	— 403

Die beiden Versuchsserien, welche mit einem Zeitunterschied von ca. 5 Wochen angestellt wurden, zeigen recht bedeutende Unterschiede; die Aufstellung einer mittleren gemeinsamen Tabelle ist also nicht angängig. Die Versuchsreihen 79 und 82 stimmen ausgezeichnet überein und ebenso die Versuchsreihen 83—86; es fällt nicht ein einziger Wert aus dem allgemeinen Rahmen heraus. Der Unterschied in dem Ameisensäurevergärungsvermögen der beiden Versuchsserien läßt sich auch hier wieder auf eine Verschiedenheit des physiologischen Zustandes zurückführen, wie ein Vergleich der bei der makroskopischen Beobachtung erhaltenen Bilder lehrt.

27°.

Tabelle Nr. 87. 1. Tag 20. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,5485	0,4445	96,59	—0,0157	— 3,41
2	3	4,7050	0,4598	99,91	—0,0004	— 0,09
3	5	4,4067	0,4307	93,58	—0,0295	— 6,42
4	7	4,1196	0,4026	87,48	—0,0576	—12,52
5	9	3,6853	0,3602	78,26	—0,1000	—21,74

Tabelle Nr. 88. 1. Tag 20. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,5772	0,4472	97,20	—0,0130	— 2,80
2	4	4,6745	0,4568	99,27	—0,0034	— 0,73
3	6	4,4028	0,4303	93,50	—0,0299	— 6,50
4	8	4,0731	0,3980	86,49	—0,0622	—13,51
5	10	3,6972	0,3613	78,51	—0,0989	—21,49

Tabelle Nr. 89. 1. Tag 20. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	11	4,5313	0,4428	96,21	—0,0174	— 3,79
2	13	4,6844	0,4578	99,48	—0,0024	— 0,52
3	15	4,4064	0,4306	93,57	—0,0296	— 6,43
4	17	4,0638	0,3971	86,30	—0,0631	—13,70
5	19	3,6895	0,3606	78,35	—0,0996	—21,65

Tabelle Nr. 90. 1. Tag 20. I. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	12	4,5442	0,4441	96,50	—0,0161	— 3,50
2	14	4,7023	0,4595	99,85	—0,0007	— 0,15
3	16	4,3916	0,4292	93,26	—0,0310	— 6,74
4	18	4,0537	0,3962	86,08	—0,0640	—13,92
5	20	3,6570	0,3574	77,66	—0,1028	—22,34

## Makroskopische Beobachtungen.

- I. Tag. Alle Kolben kaum merklich getrübt.  
 II. Tag. Die Trübung ist deutlicher geworden, am Rande leichter Ring.  
 III. Tag. Sehr starke Trübung, dicker weißer Ring.  
 IV. Tag. Die Flüssigkeit gelbrot, der Ring noch dicker.  
 V. Tag. Der Ring gerissen, in Flocken umherschwimmend.

## Mittlere Tabelle der relativen Werte.

— 3,37  
 — 0,37  
 — 6,53  
 — 13,41  
 — 21,81

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der  
mittleren Tabelle.

87	88	89	90
+ 0,04	- 0,57	+ 0,42	+ 0,13
- 0,28	+ 0,36	+ 0,15	- 0,22
- 0,11	- 0,01	- 0,10	+ 0,21
- 0,89	+ 0,10	+ 0,29	+ 0,51
- 0,07	- 0,32	- 0,16	+ 0,53

## Mittlere Tabelle der absoluten Werte.

- 156
- 17
- 300
- 617
- 1003

 Abweichungen der einzelnen Tabellen von der  
mittleren Tabelle.

87	88	89	90
+ 1	- 26	+ 18	+ 5
- 13	+ 17	+ 7	- 10
+ 5	+ 1	+ 4	- 10
- 41	+ 5	+ 14	+ 23
- 3	- 14	- 7	+ 25

## Tabelle Nr. 91. 1. Tag 24. II. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene	Noch vorhandene	Vergoren	Vergoren
			HCOOH g	HCOOH %	HCOOH g	HCOOH %
1	1	4,6564	0,4551	98,88	- 0,0051	- 1,12
2	3	4,5507	0,4447	96,64	- 0,0155	- 3,36
3	5	4,4522	0,4352	94,57	- 0,0250	- 5,43
4	7	3,8792	0,3791	82,38	- 0,0811	- 17,62
5	9	3,6336	0,3551	77,16	- 0,1051	- 22,94

Tabelle Nr. 92. 1. Tag 24. II. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,6226	0,4517	98,16	—0,0085	— 1,84
2	4	4,5497	0,4446	96,61	—0,0156	— 3,39
3	6	3,4304	0,4330	94,08	—0,0272	— 5,92
4	8	3,8592	0,3771	81,95	—0,0831	—18,05
5	10	3,6458	0,3563	77,40	—0,1039	—22,60

Tabelle Nr. 93. 1. Tag 24. II. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	11	4,6340	0,4529	98,41	—0,0073	— 1,59
2	13	4,5441	0,4441	96,50	—0,0161	— 3,50
3	15	4,4263	0,4326	93,99	—0,0276	— 6,01
4	17	3,8515	0,3764	81,79	—0,0838	—18,21
5	19	3,6574	0,3574	77,67	—0,1028	—22,33

Tabelle Nr. 94. 1. Tag 24. II. 1910.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	12	4,6458	0,4540	98,66	—0,0062	— 1,34
2	14	4,5426	0,4439	96,46	—0,0163	— 3,54
3	16	4,4527	0,4351	94,55	—0,0251	— 5,45
4	18	3,8692	0,3781	82,16	—0,0821	—17,84
5	20	3,6461	0,3563	77,43	—0,1039	—22,57

## Makroskopische Beobachtungen.

- I. Tag. Alle Kolben schwach angegangen.
- II. Tag. Die Kolben wenig stärker getrübt.
- III. Tag. Überall starke Trübung, reichliche Hautbildung an der Oberfläche.
- IV. Tag. Es haben sich viel Flocken gebildet.
- V. Tag. Abgesehen von der nun gelb gefärbten Flüssigkeit keine Änderung.

Mittlere Tabelle der relativen Werte.

- 1,47
- 3,45
- 5,70
- 17,93
- 22,61

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

91	92	93	94
— 0,35	+ 0,38	+ 0,12	— 0,13
— 0,09	— 0,06	+ 0,05	+ 0,09
— 0,27	+ 0,22	+ 0,31	— 0,25
— 0,31	+ 0,12	+ 0,28	— 0,09
+ 0,33	— 0,01	— 0,28	— 0,04

Mittlere Tabelle der absoluten Werte.

- 73
- 159
- 262
- 825
- 1039

Abweichungen der einzelnen Tabellen von der mittleren Tabelle.

91	92	93	94
— 22	+ 12	+ 20	— 11
— 4	— 3	— 2	— 4
— 12	+ 10	+ 14	— 11
— 14	+ 6	+ 13	— 4
+ 12	+ 0	— 11	+ 0

Vergleich der mittleren Tabellen

der relativen Werte.

der absoluten Werte.

87—90	91—94	87—90	91—94
— 3,37	— 1,47	— 156	— 73
— 0,37	— 3,45	— 17	— 159
— 6,53	— 5,70	— 300	— 262
— 13,41	— 17,93	— 617	— 825
— 21,81	— 22,61	— 1003	— 1039

## Vergleich der gefundenen relativen Werte.

Tag	87	88	89	90	91	92	93	94
1.	— 3,41	— 2,80	— 3,79	— 3,50	— 1,12	— 1,84	— 1,59	— 1,34
2.	— 0,09	— 0,73	— 0,52	— 0,15	— 3,36	— 3,39	— 3,50	— 3,54
3.	— 6,42	— 6,52	— 6,43	— 6,74	— 5,43	— 5,92	— 6,01	— 5,45
4.	— 12,52	— 13,51	— 13,70	— 13,92	— 17,62	— 18,05	— 18,21	— 17,84
5.	— 21,74	— 21,49	— 21,65	— 22,94	— 22,94	— 22,33	— 22,33	— 22,57

## Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Tag	87	88	89	90	91	92	93	94
1.	— 3,41	— 2,80	— 3,79	— 3,50	— 1,12	— 1,84	— 1,59	— 1,34
2.	+ 3,32	+ 2,07	+ 3,27	— 3,35	+ 1,14	— 1,55	— 1,91	— 2,20
3.	— 6,33	— 5,89	— 5,91	— 6,59	— 2,07	— 2,53	— 2,51	— 1,91
4.	— 6,10	— 6,99	— 7,27	— 7,18	— 12,19	— 12,13	— 12,20	— 12,39
5.	— 9,22	— 7,98	— 7,95	— 8,42	— 5,32	— 4,55	— 4,12	— 4,73

## Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

Tag	87	88	89	90	91	92	93	94
1.	— 157	— 130	— 174	— 161	— 51	— 85	— 93	— 62
2.	— 4	— 34	— 24	— 7	— 155	— 156	— 161	— 163
3.	— 295	— 299	— 296	— 310	— 250	— 272	— 276	— 276
4.	— 576	— 622	— 631	— 640	— 811	— 831	— 838	— 821
5.	— 1000	— 989	— 996	— 1028	— 1051	— 1039	— 1028	— 1039

## Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Tag	87	88	89	90	91	92	93	94
1.	— 157	— 130	— 174	— 161	— 51	— 85	— 93	— 62
2.	+ 153	+ 96	+ 150	+ 154	— 154	— 71	— 68	— 101
3.	— 291	— 265	— 272	— 303	— 100	— 101	— 115	— 88
4.	— 281	— 323	— 335	— 330	— 561	— 559	— 562	— 570
5.	— 434	— 367	— 365	— 388	— 240	— 208	— 190	— 218

Die Abweichungen der Werte der beiden Versuchsserien voneinander sind nicht besonders groß, nur am ersten und am fünften Tage machen sich größere Differenzen bemerkbar; es dürfte deshalb besser sein, keine gemeinschaftliche Mitteltable aufzustellen. Die Übereinstimmung der Versuchsreihen 87—90 ist ausgezeichnet, ebenso die der Reihen 91—94; kein einziger der Werte fällt aus dem allgemeinen Rahmen heraus. Die kleinen Unterschiede im Ameisensäurevergärungsvermögen, welche die beiden Versuchsserien zeigen, spiegeln sich auch in dem makroskopischen Bilde wieder; sie lassen sich also auch hier auf kleine Unterschiede in dem physiologischen Zustande zurückführen.

Vergleicht man die mit den drei verschiedenen Bakterienarten unter gleichen Umständen erhaltenen Werte miteinander, so sieht man, daß *Bacillus prodigiosus* und *Bacillus Kiliense* zunächst Ameisensäure erzeugen und dann erst in eine Vergärungstätigkeit eintreten. — Die Menge der überhaupt erzeugten Ameisensäure scheint bei *Bacillus prodigiosus* von der Temperatur, wenn auch nur wenig abhängig zu sein. Es werden im Maximum gebildet in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Menge bei 17° 6,68%, bei 21° 8,21% und bei 27° 7,92%. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei *Bacillus Kiliense*. Hier werden im Maximum gebildet bei 17° 4,03%, bei 21° 2,90% und bei 27° 5,25%. Dieses Bakterium scheint aber nicht immer zunächst Ameisensäure zu bilden, wie aus der einen Versuchsserie bei 17° hervorgeht, bei welcher schon am ersten Tage 7,62% vergoren werden. Die Zeit, innerhalb welcher die größte Menge Ameisensäure gebildet wird, ist von der Temperatur stark abhängig. So wird von *Bacillus prodigiosus* bei 17° nach drei Tagen, bei 21° nach zwei und bei 27° nach einem Tage die größte Menge Ameisensäure gebildet; von *Bacillus Kiliense* bei 17° nach zwei, bei 21° und 27° nach einem Tag. Von *Bacillus Plymouthensis* wird auch schon während der ersten 24 Stunden bei allen Temperaturen Ameisensäure vergoren.

Was nun die Menge der durch die drei Bakterienarten vergorenen Ameisensäure anbetrifft, so ist sie eine Funktion

der Temperatur. Bezieht man die Menge der innerhalb fünf Tagen vergorenen Ameisensäure auf die Menge der ursprünglich vorhandenen, wie es in den Tabellen geschehen ist, so vergärt *Bacillus prodigiosus* bei 17° in der einen Versuchsserie 4,02%, während in der anderen noch ein Überschuß von 1,09% vorhanden ist. Bei 21° werden 9,24% und bei 27° 18,21% und im anderen Falle 5,99% vergoren; es werden also durch dieses Bakterium mit steigender Temperatur steigende Mengen Ameisensäure vergoren. Umgekehrt liegen die Verhältnisse bei *Bacillus Kiliense*. Hier werden bei 17° im höchsten Falle 33,02%, bei 21° 19,23% und bei 27° 15,85% vergoren. Bei *Bacillus Plymouthensis* liegen die Verhältnisse wieder wie bei *Bacillus prodigiosus*; hier werden mit steigender Temperatur wieder steigende Mengen Ameisensäure vergoren. Bei 17° 9,95%, bei 21° 16,80%, in der zweiten Versuchsserie 26,47% und bei 27° 21,81% und 22,61%. Von diesen drei Bakterien vermag *Bacillus Kiliense* überhaupt am meisten Ameisensäure zu vergären, 33,02% bei 17°. Dann folgt *Bacillus Plymouthensis* mit 26,47% bei 21° und schließlich *Bacillus prodigiosus* mit 18,21% bei 27°.

Wenn man die Bakterien in der eben geschilderten Weise miteinander vergleicht, so gelangt man zu gefälschten Resultaten, weil ja zum Teil auch zunächst Ameisensäure gebildet und diese wieder vergoren wird, während die Werte auf die zugesetzte Menge Ameisensäure bezogen sind. Es ist deshalb besser, die absoluten Werte miteinander zu vergleichen. Wird die Menge Ameisensäure in  $\frac{1}{10}$  mg angegeben, so vergärt *Bacillus prodigiosus* bei 17° 445 und 250, bei 21° 803 und bei 27° 1203 und 572. *Bacillus Kiliense* bei 17° 1168, bei 21° 1016 und bei 27° 838. *Bacillus Plymouthensis* bei 17° 458, bei 21° 772 und 1222 und bei 27° 1003 und 1039. Bei diesem Vergleichsmodus vermag *Bacillus Plymouthensis* überhaupt am meisten Ameisensäure zu vergären, 1222 bei 21°, dann folgt *Bacillus prodigiosus* mit 1203 bei 27° und schließlich *Bacillus Kiliense* mit 1168 bei 17°.

Die in den Tabellen angegebenen Werte entsprechen nun sicher nicht den tatsächlichen Verhältnissen, d. h. die gefundenen

Zahlen geben nicht die wahren Mengen gebildeter und vergorener Ameisensäure an. Die Verhältnisse werden wohl ähnlich liegen, wie sie von Hartwig Franzen und O. Steppuhn<sup>1)</sup> bei ihren Untersuchungen über die Vergärung und Bildung der Ameisensäure durch Hefen gefunden wurden. Es wird wohl zu allen Zeiten Ameisensäure gebildet und auch solche vergoren, nur daß am Anfang die Ameisensäurebildung und später die Vergärung überwiegt. Die erhaltenen Werte sind also auch hier Mittelwerte zwischen der Menge gebildeter und vergorener Ameisensäure.

Ein Vergleich der Gärungsintensitäten, d. h. ein Vergleich der Mengen innerhalb eines Tages gebildeter und vergorener Ameisensäure, läßt sich, wie aus den betreffenden Tabellen hervorgeht, ohne weiteres nicht ziehen, weil sich die Fehler bei dieser Berechnung häufen, dadurch viele Unstimmigkeiten entstehen und Analysenfehler sich besonders bemerkbar machen.

Bei der Besprechung der bei den Versuchen eingehaltenen Versuchsbedingungen war die Frage offen gelassen worden, ob durch die angewandte Impfmethode die Menge der eingesäten Bakterien konstant erhalten werden konnte; auf Grund des vorliegenden Zahlenmaterials läßt sich nun eine Entscheidung treffen.

Die Impfmethode war dieselbe, wie sie auch schon von Hartwig Franzen und G. Greve benutzt wurde, und das damals erhaltene Zahlenmaterial wies schon darauf hin, daß jedesmal eine gleiche Bakterienmenge zur Anwendung kam. Bei den vorliegenden Versuchen wurden jedesmal 4 Parallelversuchsreihen gleichzeitig angestellt, von denen je zwei aus zwei verschiedenen Kolben geimpft wurden. Wenn nun die Impfmethode keine Garantie dafür bietet, daß jedesmal die gleiche Bakterienmenge in die Kulturkolben hineingelangt, so dürfen die beiden gleichzeitig angestellten Serien von Versuchsreihen, welche ja aus verschiedenen Kolben geimpft wurden, keine übereinstimmenden Werte geben. Es zeigt sich nun aber, daß die sämtlichen gleichzeitig ausgeführten Parallelversuchsserien mit vier Ausnahmen, bei denen sich größere Differenzen finden,

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. 77, 1912, S. 129.

Tabelle 29—32, 47—50, 55—58, 71—74 untereinander übereinstimmen.

Die Nichtübereinstimmung bei den angeführten Tabellen ist aber auch nur eine teilweise. So lauten die erhaltenen Werte in den Tabellen 29—32, wobei die nicht passenden eingerahmt sind.

29	30	31	32
+ 6,57	+ 7,40	+ 6,39	+ 5,81
+ 2,34	+ 2,96	+ 4,85	+ 3,02
— 2,55	— 2,78	— 4,83	— 4,96
— 5,41	— 5,58	— 9,74	— 5,81
— 5,00	— 6,97	— 12,56	— 10,34

Während die Werte von Tabelle 29 und 30, welche aus demselben Kolben geimpft wurden, untereinander sehr gut übereinstimmen, stimmen die Werte der Tabellen 31 und 32, welche aus einem anderen Kolben geimpft wurden, auch untereinander schlecht überein, ausgenommen die Werte des ersten und dritten Tages. Eine ganze Reihe der Werte stimmen jedoch mit denen der Tabellen 29 und 30 überein. Die Nichtübereinstimmung dürfte wohl auf sonstige Ursachen, wahrscheinlich auf Analysefehler, aber nicht auf eine ungleichmäßige Beimpfung zurückzuführen sein.

Ähnlich, aber noch besser liegen die Verhältnisse bei den Tabellen 47—50.

47	48	49	50
+ 0,83	+ 0,10	+ 0,08	— 7,73
+ 4,41	+ 3,72	+ 4,00	+ 3,98
+ 5,30	— 5,43	+ 5,40	— 5,23
— 6,01	— 12,64	— 18,17	— 18,53

Hier fallen nur drei Werte aus dem allgemeinen Rahmen heraus, sonst stimmen sie gut überein. Auch hier dürfte die Nichtübereinstimmung auf Analysefehler zurückzuführen sein.

Bei den Tabellen 55—58

55	56	57	58
+ 3,90	+ 1,57	— 2,10	— 3,65
—13,48	— 8,81	—11,78	— 8,67
—18,05	—17,62	—18,13	—18,01
—24,26	—24,34	—24,48	—24,71
—23,26	—28,64	—22,89	—31,45

fallen auch nur einzelne Werte aus dem allgemeinen Rahmen heraus, während sonst unter den beiden Versuchsserien eine recht gute Übereinstimmung herrscht.

Auch bei den Tabellen 71—74

71	72	73	74
— 1,20	— 1,30	— 1,22	— 1,03
— 3,42	— 3,20	— 0,91	— 1,44
— 1,13	—	— 3,18	— 3,54
— 5,37	— 5,65	— 5,35	— 5,41
— 9,23	—10,68	—18,29	—

fallen nur einzelne Werte heraus; allgemein ist die Übereinstimmung zwischen den beiden Versuchsserien gut.

Mit ganz geringfügigen Ausnahmen stimmen die verschiedenen gleichzeitig angesetzten Versuchsreihen, auch wenn sie aus verschiedenen Kolben geimpft wurden, miteinander überein, sodaß man wohl berechtigt ist, anzunehmen, daß die jedesmal angewandte Bakterienmenge konstant erhalten wurde.

Von den früher aufgestellten sechs Forderungen, welchen genügt werden muß, um reproduzierbare Werte der Ameisensäurevergärung zu erhalten, konnten fünf, nämlich die Bakterienmenge, die Temperatur, die Konzentration der Ameisensäure, die Zusammensetzung der Nährlösung und der Luftwechsel konstant erhalten werden. Nun weichen aber die zu verschiedenen Zeiten erhaltenen Werte beträchtlich von einander ab; diese Abweichungen können ihren Grund nur in einem verschiedenen physiologischen Zustand, welcher in der Zwischenzeit wechselte, der verwendeten Bakterien haben. Der Vergleich der Wachstumserscheinungen der zu verschiedenen

Zeiten angestellten Versuchsserien ergab denn ja auch in vielen Fällen ganz verschiedene Bilder.

Ganz interessante Resultate liefert ein Vergleich der früher von Hartwig Franzen und G. Greve erhaltenen Werte mit den unsrigen. Um einen solchen Vergleich bequem zu ermöglichen, seien die relativen Werte noch einmal nebeneinander aufgeführt.

In der folgenden Zusammenstellung wurden im allgemeinen die mittleren Tabellen benutzt und nur dann Einzelreihen angeführt, wenn die Aufstellung einer mittleren Tabelle nicht möglich war. In den einzelnen Kolumnen sind unter der Überschrift Kr. G. die von Franzen und Greve mit den von Kräl, unter K. G. A. die mit den vom kaiserlichen Gesundheitsamt und unter Kr. E. die von uns mit den von Kräl bezogenen Kulturen erhaltenen Werte aufgeführt.

*Bacillus prodigiosus.*

17°.

Kr. G.	K. G. A.	Kr. E.	Kr. E.
— 3,93	+ 2,08	+ 0,28	+ 0,97
— 12,23	— 3,06	+ 3,25	+ 5,54
— 26,88	— 4,89	+ 6,68	+ 5,65
— 33,49	— 5,77	+ 3,28	+ 0,72
— 39,99	— 6,99	+ 1,09	— 4,02

21°.

Kr. G.	Kr. G.	K. G. A.	Kr. E.
— 6,76	— 6,23	+ 0,73	+ 4,80
— 7,78	— 19,34	— 2,65	+ 8,21
— 20,12	— 39,40	— 6,31	+ 0,55
— 19,52	— 48,19	— 7,47	— 1,82
— 29,97	— 53,21	— 8,70	— 9,24

27°.

Kr. G.	Kr. G.	K. G. A.	Kr. E.	Kr. E.
— 2,52	— 3,93	— 1,80	+ 6,54	+ 7,92
— 17,86	— 16,93	— 7,33	+ 3,27	— 0,81
— 25,49	— 26,25	— 11,67	— 3,78	— 10,36
— 30,23	— 29,12	— 15,25	— 5,60	— 17,00
— 33,04	— 33,56	— 17,46	— 5,99	— 18,21

Bei den Versuchen mit den von Kräl bezogenen Kulturen von *Bacillus prodigiosus* setzt die Vergärung der Ameisensäure in Bouillonlösung bei allen Temperaturen sofort mit bemerkenswerter Intensität ein, während in der künstlichen Nährlösung zunächst immer Ameisensäure gebildet wird. In Bouillonlösung wird bei allen Temperaturen mehr Ameisensäure vergoren als in der künstlichen Nährlösung; bei 27° bleibt jedoch die Menge der in der künstlichen Nährlösung vergorenen Ameisensäure (0,1203 g) nicht weit hinter der in Bouillon vergorenen (0,1545 g) zurück. Bei 17° und 21° wird von den aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt bezogenen Kulturen ebenfalls Ameisensäure gebildet, während bei 27° gleich eine schwache Vergärung einsetzt. Die Mengen der vergorenen Ameisensäure sind bei 17° mit den K. G. A.-Bakterien in Bouillonlösung größer als mit den Kr.-Bakterien in künstlicher Nährlösung. Bei 21° und 27° kann es aber umgekehrt sein; bei 21° werden durch die K. G. A.-Bakterien in Bouillonlösung 0,0439 g und durch die Kr.-Bakterien 0,0646 g innerhalb 5 Tagen vergoren und in derselben Zeit bei 27° durch die K. G. A.-Bakterien 0,0803 g in Bouillonlösung und durch die Kr.-Bakterien im höchsten Falle in künstlicher Nährlösung 0,1203 g.

*Bacillus Kiliense.*

17°.

Kr. G.	Kr. G.	K. G. A.	Kr. E.	Kr. E.
— 2,29	— 3,29	— 2,16	— 7,62	+ 0,34
— 12,05	— 14,41	— 3,90	— 20,00	+ 4,03
— 32,09	— 30,95	— 8,05	— 26,86	— 5,34
— 42,95	— 33,92	— 9,61	— 32,78	— 18,35
— 47,53	— 38,23	— 13,32	— 33,02	—

21°.

Kr. G.	Kr. G.	K. G. A.	Kr. E.
— 4,06	— 3,77	— 3,27	+ 2,90
— 10,85	— 9,53	— 7,24	— 5,88
— 18,53	— 18,94	— 11,17	— 9,95
— 25,78	— 23,90	— 14,24	— 17,86
— 28,00	—	— 16,89	— 19,23

27°.

Kr. G.	Kr. G.	K. G. A.	Kr. E.	Kr. E.
—	— 3,39	— 3,27	+ 2,36	+ 5,25
— 15,59	— 14,68	— 7,42	— 5,16	— 3,33
— 28,13	— 29,48	— 11,17	— 12,54	— 10,23
— 35,58	— 36,28	— 14,24	— 14,59	— 14,11
— 46,42	— 41,88	— 16,89	— 15,85	—

Die von Kräl bezogenen Kulturen von *Bacillus Kiliense* vergären bei allen Temperaturen in Bouillonlösung mehr Ameisensäure als in der künstlichen Nährlösung; jedoch liegen die Werte teilweise nicht weit voneinander ab. Die K. G. A.-Bakterien vergären in allen Fällen in Bouillonlösung weniger Ameisensäure als die Kr.-Bakterien in künstlicher Nährlösung, wenn auch bei 27° die Werte sehr nahe zusammen liegen. Bei den Kr.-Bakterien tritt bei allen Temperaturen in der künstlichen Nährlösung, mit einer Ausnahme, zunächst Bildung von Ameisensäure ein, während in Bouillonlösung mit beiden Stämmen sofort Ameisensäure vergoren wird.

*Bacillus Plymouthensis.*

17°.

Kr. G.	K. G. A.	Kr. E.
— 4,29	— 2,48	— 1,19
— 13,17	— 6,16	— 2,24
— 15,85	— 8,34	— 3,36
— 16,68	— 11,13	— 5,45
— 16,82	— 13,80	— 9,95

21°.

Kr. G.	K. G. A.	K. G. A.	Kr. E.	Kr. E.
— 5,00	— 3,61	— 3,68	— 2,63	— 1,51
— 15,17	— 8,12	— 9,36	— 0,58	— 2,71
— 19,44	— 13,03	— 13,36	— 1,30	— 9,89
— 25,13	— 18,05	— 15,30	— 9,48	— 17,67
— 25,55	— 18,84	— 16,36	— 16,80	— 26,47

27°.

Kr. G.	K. G.	K. G. A.	Kr. E.	Kr. E.
— 4,38	— 4,56	— 4,84	— 3,37	— 1,47
— 15,92	— 18,95	— 10,53	— 0,37	— 3,45
— 21,16	— 26,39	— 15,82	— 6,53	— 5,70
— 23,65	— 28,55	— 19,12	— 13,41	— 17,93
— 24,68	— 31,57	— 21,43	— 21,81	— 22,61

Die von Kräl bezogenen Kulturen von *Bacillus Plymouthisis* vergären bei 17° und 27° in Bouillonlösung mehr Ameisensäure als in der künstlichen Nährlösung; jedoch liegen auch hier die Zahlen teilweise nicht weit auseinander. Bei 21° wird jedoch in einem Falle in der künstlichen Nährlösung mehr vergoren als in Bouillonlösung. Durch die K. G. A.-Bakterien wird in Bouillonlösung bei 17° mehr vergoren als in der künstlichen Nährlösung; bei 21° und 27° wird jedoch in der künstlichen Nährlösung mehr vergoren als in der Bouillonlösung, wenn auch bei 27° die Zahlen sehr nahe zusammen liegen. Die sämtlichen von Kräl bezogenen Bakterienarten vergären mit wenigen Ausnahmen in Bouillonlösung mehr Ameisensäure, als in der künstlichen Nährlösung und man darf deshalb wohl annehmen, daß im allgemeinen die Bouillon in bezug auf die Ameisensäurevergärung ein besserer Nährboden ist, als die von uns verwendete künstliche Nährlösung. Dagegen ist die künstliche Nährlösung in bezug auf die Ameisensäurebildung besser als die Bouillon. Bei der Untersuchung zweier verschiedener Stämme der beiden Bakterienarten können die Verhältnisse aber anders werden. Durch die K. G. A.-Bakterien wird in Bouillonlösung im allgemeinen weniger Ameisensäure vergoren als in der künstlichen Nährlösung durch die Kr.-Bakterien; hier ist in bezug auf die Ameisensäurevergärung die künstliche Nährlösung besser als die Bouillon; auch in bezug auf die Ameisensäurebildung ist die künstliche Nährlösung in diesem Falle besser. Es ist also jedenfalls ganz unstatthaft, bei der Untersuchung der durch Bakterien hervorgerufenen chemischen Umsetzungen mit verschiedenen Bakterienstämmen und mit nicht ganz konstant zusammengesetzten

Nährböden zu arbeiten; auch ist auf die Veränderungen des physiologischen Zustandes, welche, wie aus den vorliegenden Arbeiten hervorgeht, während der Arbeitsdauer eintreten können, Rücksicht zu nehmen; geschieht dies nicht, so können unter Umständen die qualitativen Verhältnisse andere werden, sicher aber verschieben sich die quantitativen.

Aus den Arbeiten läßt sich schließen, daß, wenn es gelingt, den physiologischen Zustand der Bakterien konstant zu erhalten, auch zu verschiedenen Zeiten reproduzierbare Werte erhalten werden können. Dies zu erreichen, soll später dadurch versucht werden, daß für jede Versuchsreihe die zu untersuchende Bakterienart ihrem natürlichen Standpunkt entnommen wird.

---