II. Untersuchungen über das specifische Gewicht, die Ausdehnung durch die Wärme und den Siedpunkt einiger Flüssigkeiten;

von Hermann Kopp.

(Schluß von Seite 62.)

Fuselalkohol (Kartoffelfuselöl; Amyloxyhydrat; $C_{10}H_{12}O_2$).

54) Fuselalkohol, welcher schon einmal derselben Reinigungsmethode unterworfen worden war, wurde nochmals wiederholt mit Wasser gewaschen und dann destillirt; es wurde besonders aufgefangen, was überging, als ein mit der Kugel in der Flüssigkeit befindliches Thermometer sehr constant zwischen $131^{\circ},8$ und $132^{\circ},2$ schwankte, mit der Kugel im Dampf zeigte das Thermometer $131^{\circ},3$ (diese Temperaturbestimmungen sind unmittelbar, weder für herausragende Röhre noch für den B.St. corrigirt). Von 0,3570 dieses Destillats erhielt ich bei der Analyse 0,8857 Kohlensäure und 0,4390 Wasser, das ist:

	Gefunden.	Berechnet nach $C_{10}H_{12}O_2$.
Kohlenstoff	67,67	68,18
Wasserstoff	13,66	13,64
Sauerstoff	18,67	18,18.

55) Die Siedepunktsbestimmung machte ich erst über ein halbes Jahr später, während welcher Zeit die Flüssigkeit in einem zugeschmolzenen Glaskolben aufbewahrt worden war. Es zeigte Thermometer 6:

		Corr. f. d. Scale.	Reduc. auf 760mm B.St.
mit der Kugel in der Flüssigkeit			
zuerst	128°,0	129°,9	130°,6
langsam steigend bis	128°,8	130°,7	131°,4
wo eben noch die Kugel mit			
Flüssigkeit bedeckt war;			
mit der Kugel halb im Dampf	128°,7	130°,6	131°,3
mit der Kugel ganz im Dampf,			
vollkommen constant	128°,5	130°,4	131°,1

Der (corr.) B. St. bei diesen Beobachtungen war $742^{\text{mm}},3$.

Ich muß $131^{\circ},1$ als den Siedepunkt des Fuselalkohols für 760^{mm} B. St. betrachten, wie er aus diesen, mit aller Sorgfalt angestellten, Beobachtungen folgt. Aber dieses Resultat stimmt wenig mit denjenigen, welche ich bei der Rectification (vergl. 54) und in früheren Versuchen mit reinem Fuselalkohol gefunden hatte, und mit den von andern Beobachtern erlangten. Es beobachteten:

		(uncorr.) B. St.		Reducirt auf 760^{mm} B. St.
Cahours	132°	760^{mm}		132°
Kopp (früher)	133	751	(Platin zugegen)	$133,3$
Rieckher	134	?		

Bei allen diesen Bestimmungen tauchte die Thermometerkugel in die Flüssigkeit, aber bei keiner derselben ist die Correction für die herausragende Thermometerröhre vorgenommen, die bei einem so hoch liegenden Siedpunkt (ist anders das Thermometer nicht sehr klein) jedenfalls bedeutend ist.

56) Die Ausdehnung des Fuselalkohols habe ich in zwei Versuchsreihen bestimmt.

Erste Versuchsreihe. Thermometer 6 und Dilatometer F.

No.	Temp.	Scheinb. Volum.		No.	Temp.	Scheinb. Volum.	
1	$11^{\circ},6$	3703,9		8	$54^{\circ},6$	3854,8	—
2	$16,2$	3719,1		9	$55,6$	3857,8	+
3	$18,6$	3726,9		10	$76,4$	3942,7	—
4	$21,6$	3736,6		11	$77,2$	3945,1	+
5	$39,0$	3795,8	—	12	$77,9$	3949,5	—
6	$47,5$	3828,2	—	13	$78,7$	3952,7	+
7	$49,3$	3834,0	+	14	$81,5$	3964,6	+

Mit einer kleineren Quantität Fuselalkohol wurde weiter beobachtet:

15	$78^{\circ},9$	3749,1	—	19	$118^{\circ},1$	3934,4	—
16	$83,8$	3770,5	—	20	$120,4$	3946,2	+
17	$85,1$	3774,8	+	21	$120,6$	3947,8	—
18	$86,0$	3778,0	+	22	$123,8$	3965,7	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 4, aus 5 bis 9, aus 10 bis

bis 14; und aus den Combinationen 15 und 19, 16 und 21, 17 und 20 und 18 und 22, so findet man für das scheinbare Volum des Fuselalkohols in Dilatometer *F* die Formel:

$$V = 3666,4 + 3,2017 t + 0,0015547 t^2 + 0,000050162 t^3$$

oder das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00087326 t + 0,00000042404 t^2 + 0,000000013682 t^3 \quad (1)$$

(Lgg. 0,94114 - 4 0,62741 - 7 0,13614 - 8)

Die Resultate dieser Formel, in gleicher Weise wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beobacht.	berechn.			beobacht.	berechn.
1	11°,6	1,01023	1,01020	8	54°,6	1,05139	—
2	16,2	1,01437	1,01432	9	55,6	1,05220	+
3	18,6	1,01650	1,01648	10	76,4	1,07536	—
4	21,6	1,01915	1,01920	11	77,2	1,07601	+
5	39,0	1,03529	—	12	77,9	1,07721	—
6	47,5	1,04413	—	13	78,7	1,07809	+
7	49,3	1,04571	+	14	81,5	1,08133	+

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		, bei	wie	zu	
				beobacht.	berechn.
15	(—) und 19	(—)	78°,9 und 118°,1	1,07826	1,13155
16	(—) - 21	(—)	83,8 - 120,6	1,08421	1,13519
17	(+) - 20	(+)	85,1 - 120,4	1,08581	1,13511
18	(+) - 22	(+)	86,0 - 123,8	1,08694	1,14094

57) *Zweite Versuchsreihe.* Thermometer 8 und Dilatometer *G*:

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.
1	16°,4	3907,3	7	54°,5	4049,3
2	18,8	3915,2	8	55,6	4053,2
3	21,5	3925,3	9	78,5	4152,4
4	22,6	3928,7	10	79,7	4156,9
5	47,1	4020,3	11	82,2	4169,6
6	50,9	4034,3	12	83,6	4175,4

Mit einer kleineren Quantität Fuselalkohol wurde weiter beobachtet:

No.	Temp.	Scheinb. Vol.		No.	Temp.	Scheinb. Vol.	
13	86°,0	3926,5	—	17	123°,9	4118,9	—
14	89°,9	3942,2	+	18	124°,8	4123,8	+
15	92°,6	3956,7	—	19	128°,8	4147,2	—
16	93°,2	3958,3	+	20	130°,9	4158,9	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 4, aus 5 bis 8, aus 9 bis 12, und aus den Combinationen 13 und 17, 14 und 18, 15 und 19 und 16 und 20, so findet man für das scheinbare Volum des Fuselalkohols im Dilatometer *G* die Formel:

$$V = 3850,3 + 3,4356 t + 0,000973 t^2 + 0,000053420 t^3$$

oder das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00089230 t + 0,00000025271 t^2 + 0,000000013874 t^3 \quad (2)$$

(Lgg. 0,95051 — 4 0,40262 — 7 0,14221 — 8).

Die Resultate dieser Formel, in gleicher Weise wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	16°,4	1,01480	—	7	54°,5	1,05168	—
2	18°,8	1,01686	—	8	55°,6	1,05270	+
3	21°,5	1,01918	—	9	78°,5	1,07846	—
4	22°,6	1,02036	—	10	79°,7	1,07963	+
5	47°,1	1,04415	—	11	82°,2	1,08293	—
6	50°,9	1,04779	+	12	83°,6	1,08443	+

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobacht.	berechn.
13 (—)	und 17 (—)	86°,0 und 123°,9	1,08743	1,14072	1,14082
14 (+)	- 88 (+)	89°,9 - 124°,8	1,09234	1,14266	1,14227
15 (—)	- 19 (—)	92°,6 - 128°,8	1,09582	1,14858	1,14876
16 (+)	- 20 (+)	93°,2 - 130°,9	1,09659	1,15216	1,15225

58) Die Formel 1) giebt, corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *F*, für das wahre Volum des Fuselalkohols die Formel:

$$V = 1 + 0,00089707 t + 0,00000044483 t^2 + 0,000000013692 t^3 \quad (1)$$

(Lgg. 0,95282 — 4 0,64819 — 7 0,13616 — 8).

und die Formel 2, corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *G*:

$$V = 1 + 0,00091678 t + 0,00000027456 t^2 + 0,000000013880 t^3 \quad (\text{II})$$

(Lgg. 0,96226 — 4 0,43864 — 7 0,14239 — 8)

Das Mittel aus beiden ist:

$$V = 1 + 0,00090692 t + 0,00000035970 t^2 + 0,000000013786 t^3 \quad (\text{III})$$

(Lgg. 0,95757 — 4 0,55594 — 7 0,13944 — 8).

Folgende Tabelle giebt die Endresultate beider Versuchsreihen, und das aus ihnen im Mittel folgende wahre Volumen für den Fuselalkohol:

Temperat.	VVahres Volum.			Temperat.	VVahres Volum.		
	I.	II.	III(Mittel)		I.	II.	III(Mitt.)
0°	1,00000	1,00000	1,00000	70°	1,06968	1,07028	1,06998
5	1,00449	1,00459	1,00454	75	1,07556	1,07616	1,07586
10	1,00902	1,00921	1,00911	80	1,08163	1,08221	1,08192
15	1,01361	1,01386	1,01373	85	1,08787	1,08843	1,08815
20	1,01823	1,01856	1,01840	90	1,09431	1,09485	1,09458
25	1,02292	1,02331	1,02311	95	1,10097	1,10147	1,10122
30	1,02768	1,02812	1,02790	100	1,10785	1,10831	1,10808
35	1,03253	1,03303	1,03278	105	1,11494	1,11536	1,11515
40	1,03747	1,03800	1,03773	110	1,12228	1,12263	1,12245
45	1,04252	1,04308	1,04280	115	1,12966	1,13017	1,13001
50	1,04767	1,04827	1,04797	120	1,13772	1,13794	1,13783
55	1,05297	1,05356	1,05327	125	1,14582	1,14597	1,14589
60	1,05838	1,05900	1,05869	130	1,15422	1,15431	1,15426
65	1,06395	1,06456	1,06425	135	1,16290	1,16291	1,16290

59) Das spezifische Gewicht des Fuselalkohols fand ich (vergl. 26):

Mit App. II nach älter. Bestimm.	0,8127 für 16°,4;	d. i. red.:	0,8242 für 0°
- - - - neuer.	0,8145 - -	- - -	0,8260 - -
- - III	0,8144 - 15°,9	- - -	0,8256 - -
Im Mittel 0,8253 für 0°			

Frühere Beobachtungen ergaben:

Kopp (früher)	0,8137 für 15° ;	d. i. reduc.:	0,8243 für 0°
Cahours	0,8184 - 15 ;	- - -	0,8291 - -

Nach meiner neueren Bestimmung des specifischen Gewichts und der Ausdehnung ist das specifische Volum des Fuselalkohols

bei 0°	106,63 (für A.G. H=1) od. 1332,8 (für A.G. O=100)
- 131 ,1	123,28 - - - - 1541,0 - - - -

Aether (Aethyloxyd; C_2H_6O oder $C_2H_4O_2$).

60) Käuflicher Aether wurde mit Kalkmilch und dann wiederholt mit Wasser gewaschen, mit Chlorcalcium zusammengebracht, davon abgessen und rectificirt. Das Thermometer 6 zeigte bei der Rectification im Anfang des Siedens $34^{\circ},8$ bis $35^{\circ},0$ schwankend; es stieg allmählig zitternd bis $35,9$; im Dampf zeigte es $34^{\circ},4$. Ich liess jetzt abkühlen, und gab zu dem Rückstand eine neue Portion der zu rectificirenden Flüssigkeit; jetzt erfolgte bei $38^{\circ},8$ stofsweises Kochen. Nachdem neues reines Platinblech in die Flüssigkeit gebracht war, kochte sie bei $35^{\circ},0$ ruhig; allmählig stieg der Siedepunkt bis $36^{\circ},7$, aber auch jetzt zeigte das Thermometer mit der Kugel im Dampf $34^{\circ},4$. (Diese Beobachtungen sind unmittelbare, uncorrigirte.)

0,3153 des Destillats gaben mir bei der Analyse 0,7543 Kohlensäure und 0,3832 Wasser; d. i.:

	Gefunden.	Berechnet nach C_2H_6O .
Kohlenstoff	64,47	64,87
Wasserstoff	13,50	13,51
Sauerstoff	22,03	21,62.

61) Bei der Siedepunktsbestimmung, (corr.) B.St. $741^{\text{mm}},7$, zeigte Thermometer 6:

		Reduc. auf 760^{mm} B. St.
mit der Kugel in der Flüssigkeit		
stets schwankend	$35^{\circ},0$ bis $35^{\circ},4$	$35,7$ bis $36,1$
mit der Kugel im Dampf, ganz constant	$34,2$	$34,9$.

Eine Correction für die herausragende Thermometerröhre war nicht nöthig. Nach diesen Beobachtungen ist also der Siedepunkt des Aethers für 760^{mm} B. St. $34^{\circ},9$. Frühere Beobachtungen, wo die Thermometerkugel in die Flüssigkeit tauchte, ergaben:

	(uncorr.) B. St.	Red. auf 760^{mm} B. St.
Dumas und Boullay	34° 745^{mm}	$34,6$
Gay-Lussac	$35,7$ 760	$35,7$
Pierre	$35,5$ 756	$35,7$.

62) Die Ausdehnung des Aethers habe ich in zwei Versuchsreihen bestimmt:

Erste Versuchsreihe. Thermometer 9 und Dilatometer D.

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.
1	0°,0	4689,0	8	20°,9	4840,4
2	4°,9	4722,0	9	22°,2	4850,4
3	6°,4	4732,5	10	27°,2	4889,2
4	10°,6	4762,4	11	30°,8	4918,5
5	14°,4	4790,6	12	31°,3	4921,9
6	15°,6	4800,2	13	32°,4	4932,1
7	19°,2	4826,6			

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 3, aus 4 bis 6, aus 7 bis 9, und aus 10 bis 13, so erhält man für das scheinbare Volum des Aethers in Dilatometer D die Formel:

$$V = 4688,7 + 6,6774 t + 0,031026 t^2 - 0,00018352 t^3$$

oder das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00142417 t + 0,0000066171 t^2 - 0,000000039141 t^3 \quad (1)$$

$$(Lgg. \quad 0,15356 - 3 \quad 0,82067 - 6 \quad 0,59263 - 8).$$

Die Resultate dieser Formel, in gleicher Weise wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beobacht.	berechn.			beobacht.	berechn.
1	0°,0	1,00006	1,00000	8	20°,9	1,03235	1,03230
2	4°,9	1,00710	1,00714	9	22°,2	1,03449	1,03443
3	6°,4	1,00934	1,00937	10	27°,2	1,04276	1,04285
4	10°,6	1,01572	1,01579	11	30°,8	1,04901	1,04900
5	14°,4	1,02173	1,02176	12	31°,3	1,04974	1,04986
6	15°,6	1,02378	1,02368	13	32°,4	1,05191	1,05176
7	19°,2	1,02941	1,02950				

43) *Zweite Versuchsreihe.* Thermometer 2 und Dilatometer A.

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.
1	0°,0	6188,4	6	15°,7	6335,4
2	6°,0	6241,9	7	19°,4	6368,9
3	6°,8	6248,8	8	21°,0	6387,8
4	10°,8	6287,4	9	22°,3	6400,1
5	14°,6	6322,6			

Mit einer kleineren Quantität Aether wurde weiter beobachtet:

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.
10	20°,6	6229,7	13	30°,8	6335,2
11	22°,0	6244,3	14	31°,6	6343,5
12	23°,0	6254,5	15	33°,0	6357,6

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 3, aus 4 bis 6, aus 7 bis 9, und aus den Combinationen 10 und 13, 11 und 14, 12 und 15, so findet man für das scheinbare Volum des Aethers in Dilatometer *A* die Formel:

$$V = 6186,9 + 9,2161 t + 0,001987 t^2 + 0,00057535 t^3$$

oder das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00148963 t + 0,00000032116 t^2 + 0,000000092995 t^3 \quad (2)$$

(Lgg. 0,17308 — 3 0,50673 — 7 0,96846 — 8).

Die Resultate dieser Formel, in gleicher Weise wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	0°,0	1,00024	1,00000	6	15°,7	1,02400	1,02383
2	6°,0	1,00889	1,00897	7	19°,4	1,02942	1,02970
3	6°,8	1,01001	1,01018	8	21°,0	1,03247	1,03228
4	10°,8	1,01624	1,01625	9	22°,3	1,03446	1,03441
5	14°,6	1,02193	1,02211				

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.	bei	wie	zu	
			beobachtet	berechnet
10 und 13	20°,6 und 30°,8	1,03164	1,04911	1,04890
11 - 14	22°,0 - 31°,6	1,03392	1,05034	1,05032
12 - 15	23°,0 - 33°,0	1,03556	1,05263	1,05285

64) Die Formel 1) giebt, corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *D*, für das wahre Volum des Aethers den Ausdruck:

$$V = 1 + 0,00144714 t + 0,0000066498 t^2 - 0,000000038989 t^3 \quad (1)$$

(Lgg. 0,16051 — 3 0,82281 — 6 0,59094 — 8).

und die Formel 2), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *A*:

$$V = 1 + 0,00151338 t + 0,00000035653 t^2 + 0,000000093003 t^3 \quad (II)$$

(Lgg. 0,17995 — 3 0,55210 — 7 0,96849 — 8).

Das Mittel aus beiden ist:

$$V = 1 + 0,00148026 t + 0,00000350316 t^2 + 0,000000027007 t^3 \quad (\text{III})$$

(Lgg. 0,17034 - 3 0,54446 - 6 0,43147 - 8)

Folgende Tabelle giebt die Endresultate beider Versuchsreihen und das aus ihnen im Mittel folgende wahre Volum für den Aether:

Temp.	Wahres Volum.			Temp.	Wahres Volum		
	I.	II.	III (Mitt.)		I.	II.	III (Mitt.)
0°	1,00000	1,00000	1,00000	20°	1,03129	1,03115	1,03122
5	1,00740	1,00759	1,00750	25	1,03973	1,03950	1,03962
10	1,01510	1,01526	1,01518	30	1,04834	1,04823	1,04829
15	1,02308	1,02309	1,02308	35	1,05713	1,05740	1,05726

Frühere Bestimmungen der Ausdehnung des Aethers, welche den meinigen vergleichbar sind, rühren her von Muncke und von Pierre. 1 Volum Aether bei 0° erfüllt

	bei 20°	bei 35°
nach meiner Formel III	1,03122	1,05726
nach Pierre's Formel 1)	1,03153	1,05757
nach Muncke's Formel 2)	1,03048	1,05520.

Es zeigt sich hier eine sehr befriedigende Uebereinstimmung zwischen den Resultaten von Pierre und den meinigen.

65) Das specifische Gewicht des Aethers fand ich:

mit App. I 0,7289 für 6°,9

- - II 0,7290 - -

Im Mittel 0,72895 für 6°,9; d. i. reducirt: 0,73658 für 0°.

Frühere Bestimmungen des specifischen Gewichts sind 3):

1) Aus angeführten Orte, S. 362. Pierre's Formel ist:

$$V = 1 + 0,0015132447950619 t + 0,000002359182881 t^2 + 0,00000004005124 t^3.$$

2) Gehler's Wörterbuch, Bd. 10, S. 925. Muncke's Formel ist:

$$V = 1 + 0,00150268 t + 0,00000255214 t^2 - 0,00000015783 t^3 + 0,000000004166 t^4.$$

3) Gay-Lussac's Angabe bezieht sich auf Wasser von der Temperatur des Dichtigkeitsmaximums als Einheit.

Dumas u. Boullay:	0,713 für 20°; d. i. reduc.:	0,7341 für 0°
Pierre:	0,7358 - 0 ; - -	0,7358 - -
Gay-Lussac	0,7119 - 24,8; - -	0,7400 - -
Muncke	0,733 - 12,5; - -	0,7468 - -

Nach meiner Bestimmung des spec. Gewichts und der Ausdehnung ist das spec. Volum des Aethers (für die Formel C_4H_8O)

bei 0° 50,233 (für A. G. H=1) od. 627,90 (für A. G. O=100)
 bei 34°, 9 53,099 - - - - - 663,73 - - - - -

Aldehyd (Acetyloxydhydrat; $C_4H_8O_2$).

66) Die Untersuchung der Eigenschaften des Aldehyds wird dadurch erschwert, daß dieser Körper mit Begierde Sauerstoff anzieht, und daß er, in verschlossenen Gefäßen aufbewahrt, bald in polymere Modificationen von anderen Eigenschaften übergeht. Es muß deshalb die Untersuchung mit ganz frisch bereitetem Aldehyd vorgenommen werden. Hr. Guckelberger, welcher in dem hiesigen Laboratorium eine größere Menge Aldehyd darstellte, war so gefällig, mich mit einer zur Untersuchung hinreichenden Quantität zu versehen. Dieses Aldehyd war bereitet durch Zersetzung von frisch (nach Liebig's Vorschrift) dargestelltem Aldehydammoniak; es war dazu auf 2 Theile Aldehydammoniak, die in ihrem gleichen Gewicht Wasser gelöst waren, eine erkaltete Mischung aus 3 Th. Schwefelsäurehydrat und 4 Th. Wasser genommen worden. Das Destillat wurde sogleich über sein gleiches Volum Chlorcalcium rectificirt, bei einer Temperatur, die 30° nicht überstieg, und die jetzt erhaltene Flüssigkeit während 12 Stunden wiederum mit geschmolzenem Chlorcalcium zusammenstehen lassen, und dann bei derselben gelinden Temperatur abdestillirt. Letztere Rectification wurde früh Morgens vorgenommen; unmittelbar darauf begann ich die folgenden Bestimmungen zu machen, die so ununterbrochen fortgesetzt wurden, daß an demselben Tage noch die Untersuchung beendigt war.

Hr. Guckelberger erhielt bei der Analyse der hier angewandten Flüssigkeit von 0,308 Substanz 0,612 Kohlen- säure und 0,258 Wasser; d. i.:

	Gefunden.	Berechnet nach $C_6H_4O_2$.
Kohlenstoff	54,18	54,54
Wasserstoff	9,31	9,09
Sauerstoff	36,51	36,37.

67) Bei der Siedepunktsbestimmung stieg Thermometer 6, mit der Kugel in der Flüssigkeit befindlich, bis $26^{\circ},7$; erst bei dieser Temperatur trat Sieden ein (nicht vom Platin, sondern von einer Stelle des Glasgefäßes aus), und in demselben Augenblick sank das Thermometer auf $22^{\circ},0$, und hielt sich hier zitternd sehr constant. Nachdem das Sieden einmal angefangen hatte, sah man keine Entwicklung von Dampfblasen, obgleich die Flüssigkeit sehr rasch überdestillirte; das Sieden ging nur von der Oberfläche der Flüssigkeit aus, nicht vom Platin oder vom Glase. — Es zeigte also das Thermometer 6:

	Reduc. auf 760 ^{mm} B. St.
mit der Kugel in der Flüssigkeit, zitternd, constant: $22^{\circ},0$	23,0
mit der Kugel im Dampf, ganz constant	19,8 20,8.

Der (corr.) B. St. war nämlich $733^{\text{mm}},9$. Der Siedepunkt des Aldehyds liegt hiernach für 760^{mm} B. St. bei $20^{\circ},8$. — Eine Correction für die herausragende Thermometerröhre war unnöthig.

[Liebig beobachtete (Thermometerkugel in der Flüssigkeit, B. St.?) $21^{\circ},8$.

68) Die Ausdehnung des Aldehyds untersuchte ich in zwei Versuchsreihen.

Erste Versuchsreihe. Thermometer 8 und Dilatometer B:

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.
1	$0^{\circ},0$	3625,0	6	$15^{\circ},4$	3715,0
2	1,7	3632,8	7	17,5	3728,5
3	6,4	3659,4	8	18,5	3733,7
4	8,4	3671,3	9	21,2	3751,4
5	12,6	3697,4			

Da die Beobachtungen sich hier nur über ein kleines Temperaturintervall erstrecken, so genügt es, die Interpolationsformel nur bis zur zweiten Potenz von t zu nehmen. Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 3, aus 4 bis 6 und aus 7 bis 9, so findet man für das scheinbare Volum des Aldehyds in Dilatometer B die Formel:

$$v = 3623,8 + 5,5330 t + 0,023462 t^2$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,0015268 t + 0,0000064743 t^2 \quad (1)$$

$$(Lgg. \quad 0,18379 - 3 \quad 0,81119 - 6)$$

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	0°,0	1,00033	1,00000	6	15°,4	1,02517	1,02504
2	1,7	1,00248	1,00262	7	17,5	1,02889	1,02870
3	6,4	1,00982	1,01004	8	18,5	1,03033	1,03047
4	8,4	1,01311	1,01329	9	21,2	1,03521	1,03528
5	12,6	1,02031	1,02027				

69) *Zweite Versuchsreihe.* Thermometer 9 und Dilatometer G .

No.	Temp.	Scheinb. Volum.		No.	Temp.	Scheinb. Volum.	
1	0°,0	3926,3		6	15°,4	4024,8	
2	1,6	3935,5		7	17,6	4039,9	
3	6,0	3962,7		8	18,5	4045,7	
4	8,2	3976,4		9	21,2	4065,6	
5	12,5	4005,2					

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 3, aus 4 bis 6 und aus 7 bis 9, so findet man für das scheinbare Volum des Aldehyds im Dilatometer G die Formel:

$$v = 3926,0 + 5,9522 t + 0,029047 t^2$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,0015161 t + 0,0000073987 t^2 \quad (2)$$

$$(Lgg. \quad 0,18073 - 3 \quad 0,86915 - 6)$$

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	0°,0	1,00008	1,00000	6	15°,4	1,02517	1,02510
2	1,6	1,00242	1,00245	7	17,6	1,02901	1,02897
3	6,0	1,00935	1,00937	8	18,5	1,03059	1,03058
4	8,2	1,01284	1,01293	9	21,2	1,03556	1,03547
5	12,5	1,02017	1,02011				

70) Die Formel 1) giebt, corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *B*, für das wahre Volum des Aldehyds den Ausdruck:

$$V = 1 + 0,0015523 t + 0,0000065133 t^2 \quad \dots \quad (I)$$

(Lgg. 0,19097 - 3 0,81380 - 6)

und die Formel 2), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *G*:

$$V = 1 + 0,0015406 t + 0,0000074358 t^2 \quad \dots \quad (II)$$

(Lgg. 0,18769 - 3 0,87133 - 6)

Das Mittel aus beiden ist:

$$V = 1 + 0,0015464 t + 0,0000069745 t^2 \quad \dots \quad (III)$$

(Lgg. 0,18932 - 3 0,84351 - 6)

Folgende Tabelle giebt die Endresultate der beiden Versuchsreihen und das aus ihnen im Mittel folgende wahre Volum für Aldehyd:

Temp.	V _{wahres} Volum.			Temp.	V _{wahres} Volum.		
	I.	II.	III. (Mitt.)		I.	II.	III. (Mitt.)
0°	1,00000	1,00000	1,00000	15°	1,02475	1,02478	1,02476
5	1,00792	1,00789	1,00790	20	1,03366	1,03378	1,03372
10	1,01617	1,01615	1,01616				

71) Das specifische Gewicht des Aldehyds fand ich:
mit App. I: 0,79442 für 5°,1; d. i. reducirt: 0,80090 für 0°
- - II: 0,79388 - 5,6; - - - 0,80094 - -

Im Mittel 0,80092.

Früher fand

Liebig: 0,79 für 18°; d. i. reducirt: 0,813 bei 0°.

Nach meiner Bestimmung des spec. Gewichts und der Ausdehnung ist das spec. Volum des Aldehyds:

bei 0° 54,936 (für A. G. H=1) od. 686,70 (für A. G. O=100)
bei 20,8 56,867 - - - - - 710,83 - - - - -

Aceton (C_2H_4O oder $C_2H_6O_2$).

72) Aceton bereitete ich durch Destillation von entwässertem essigsäurem Natron. Das Destillat wurde wiederholt mit Aetzkalk digeriren gelassen, und abdestillirt, bis Aetzkalk, in ganzen Stücken zugesetzt, sich nicht mehr darin veränderte.

0,3613 der bei der letzten Rectification erhaltenen und zu den folgenden Versuchen angewandten Substanz gaben mir bei der Analyse 0,8185 Kohlensäure und 0,3385 Wasser, d. i.:

	Gefunden.	Berechnet nach C_2H_4O .
Kohlenstoff	61,78	62,07
Wasserstoff	10,41	10,34
Sauerstoff	27,81	27,59.

73) Bei der Siedepunktsbestimmung, (corr.) B.St. 748^{mm},3, zeigte Thermometer 6:

	corr. f. d. Scale	Reduc. auf 760 ^{mm} B. St.
mit der Kugel in der Flüssigkeit, zitternd	56°,0	56,1
- - - im Dampf, constant	55,8	55,9
		56,5
		56,3.

Nach diesen Beobachtungen ist also der Siedepunkt des Acetons für 760^{mm} B.St. 56°,3. — Liebig beobachtete (Thermometerkugel in der Flüssigkeit und ohne Correction für die herausragende Thermometerröhre) 55°,6 für ? B.St.

74) Die Ausdehnung des Acetons habe ich in zwei Versuchsreihen bestimmt.

Erste Versuchsreihe. Thermometer 3 und Dilatometer G.

No.	Temp.	Scheinb. Vol.	No.	Temp.	Scheinb. Vol.
1	0°,0	3892,0	8	25°,1	4026,5
2	3,8	3909,5	9	29,1	4050,6
3	7,3	3928,5	10	31,4	4064,2
4	9,0	3938,4	11	34,8	4083,4
5	10,9	3948,5	12	41,9	4127,8
6	18,2	3988,8	13	47,7	4164,9
7	20,6	4001,9			—

Mit einer kleineren Menge Aceton wurde weiter beobachtet:

14	44°,2	3963,4	—	16	52°,8	4016,2	—
15	48,9	3992,7	+	17	60,9	4068,5	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 4, aus 5 bis 8, aus 9 bis 11, und aus 12, 13 und den Combinationen 14 und 16, und 15 und 17 (vergl. 22), so findet man für das scheinbare Volum des Aceton in Dilatometer *G* die Formel:

$$v = 3890,8 + 5,1824 t + 0,0090348 t^2 + 0,000048609 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00133197 t + 0,0000023221 t^2 + 0,0000000124934 t^3 \quad (1)$$

$$(Lgg. \quad 0,12449 - 3 \quad 0,36588 - 6 \quad 0,09668 - 8).$$

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	0°,0	1,00031	1,00000	8	25°,1	1,03488	1,03509
2	3,8	1,00481	1,00509	9	29,1	1,04107	1,04104
3	7,3	1,00969	1,00984	10	31,4	1,04457	1,04450
4	9,0	1,01223	1,01219	11	34,8	1,04950	1,04969
5	10,9	1,01483	1,01482	12	41,9	1,06091	1,06081
6	18,2	1,02519	1,02509	13	47,7	1,07045	1,07017
7	20,6	1,02855	1,02854				

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.	bei	wie	zu	
			beobacht.	berechnet.
14 (—) und 16 (—)	44°,2 und 52°,8	1,06449	1,07867	1,07864
15 (+) - 17. (+)	48,9 - 60,9	1,07214	1,09249	1,09255

75) *Zweite Versuchsreihe.* Thermometer 6 und Dilatometer *E*.

(Bei 0° hatte sich die Flüssigkeit ganz in die Dilatometerkugel zurückgezogen.)

No.	Temp.	Scheinbares Volum.	No.	Temp.	Scheinbares Volum.
1	3°,9	4689,6	6	20°,4	4797,7
2	6,6	4708,4	7	25,2	4830,0
3	8,8	4721,2	8	29,3	4859,9
4	10,7	4733,9	9	31,9	4877,0
5	18,2	4783,0	10	36,2	4907,7

Mit einer kleineren Quantität Aceton wurde weiter beobachtet:

11	36°,2	4722,1	—	14	50°,4	4824,6	—
12	36,8	4725,3	—	15	56,5	4870,4	+
13	43,9	4774,8	+	16	62,3	4916,6	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 4, aus 5 bis 7, aus 8 bis 10 und aus den Combinationen 11 und 14, 12 und 15, und 13 und 16, so findet man für das scheinbare Volum des Acetons in Dilatometer *E* die Formel:

$$V = 4666,3 + 6,1430 t + 0,0132187 t^2 + 0,000049007 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00131646 t + 0,0000028328 t^2 + 0,0000000105024 t^3 \quad (2)$$

$$(Lgg. \quad 0,11941 - 3 \quad 0,45222 - 6 \quad 0,02129 - 8)$$

Die Resultate dieser Formel wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	3°,9	1,00499	1,00517	6	20°,4	1,02816	1,02813
2	6,6	1,00902	1,00881	7	25,2	1,03508	1,03514
3	8,8	1,01176	1,01181	8	29,3	1,04149	1,04126
4	10,7	1,01449	1,01442	9	31,9	1,04515	1,04521
5	18,2	1,02511	1,02496	10	36,2	1,05173	1,05187

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.	bei	wie	beobacht.	berechn.
11 (—) und 14 (—)	36°,2 und 50°,4	1,05187	1,07470	1,07489
12 (—) - 15 (+)	36,8 - 56,5	1,05280	1,08513	1,08532
13 (+) - 16 (+)	43,9 - 62,2	1,06414	1,09574	1,09537

76) Die Formel 1) giebt, corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *G*, für das wahre Volum des Acetons den Ausdruck:

$$V = 1 + 0,00135645 t + 0,0000023547 t^2 + 0,0000000125502 t^3 \quad (1)$$

$$(Lgg. \quad 0,13240 - 3 \quad 0,37194 - 6 \quad 0,09865 - 8)$$

und die Formel 2), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *E*:

$$V = 1 + 0,00133974 t + 0,0000028634 t^2 + 0,0000000105683 t^3 \quad (II)$$

$$(Lgg. \quad 0,12702 - 3 \quad 0,45688 - 6 \quad 0,02400 - 8).$$

Das Mittel aus beiden ist:

$$V = 1 + 0,00134810 t + 0,0000026090 t^2 + 0,0000000115592 t^3 \quad (III)$$

$$(Lgg. \quad 0,12972 - 3 \quad 0,41647 - 6 \quad 0,06293 - 8).$$

Folgende Tabelle giebt die Endresultate beider Ver-

suchsreihen und das aus ihnen im Mittel folgende wahre Volum für Aceton:

Temp.	VWahres Volum.			Temp.	VWahres Volum.		
	I.	II.	III. (Mitt.)		I.	II.	III. (Mitt.)
0°	1,00000	1,00000	1,00000	35°	1,05090	1,05085	1,05087
5	1,00684	1,00677	1,00680	40	1,05883	1,05885	1,05884
10	1,01381	1,01370	1,01375	45	1,06695	1,06705	1,06700
15	1,02092	1,02078	1,02085	50	1,07528	1,07547	1,07538
20	1,02817	1,02804	1,02810	55	1,08381	1,08410	1,08396
25	1,03558	1,03545	1,03551	60	1,09258	1,09297	1,09278
30	1,04315	1,04306	1,04310				

77) Das specifische Gewicht des Acetons fand ich:
mit App. I: 0,79942 für 13°,9

- - II: 0,79948 - -

Im Mittel 0,79945 für 13°,9; d. i. reduc.: 0,81440 für 0°.

Früher fand

Liebig: 0,7921 für 18°; d. i. reducirt: 0,8111 für 0°.

Nach meiner Bestimmung des specifischen Gewichts und der Ausdehnung ist das specifische Volum des Acetons (für die Formel C_3H_6O):

bei 0°: 35,609 (für A. G. H=1) od. 445,11 (für A. G. O=100)

- 56°,3: 38,680 - - - - - 483,50 - - - - -

Benzol (Benzin; $C_{12}H_6$).

78) Benzol bereitete ich, ganz nach Mitscherlich's Vorschrift, durch Destillation eines Gemenges von 1 Th. Benzoëssäure mit 3 Th. gelöschten Kalks; das übergegangene Benzol stellte ich mit festem Aetzkali zusammen, goß es dann davon ab und rectificirte es im Wasserbad. Bei dieser Rectification zeigte Thermometer 7:

Corr. f. d. Scale. Red. auf 760^{mm} B. St.

mit der Kugel im Dampf 80°,1 80,5 80,8

Der (corr.) B. St. war nämlich 750^{mm},6. Die Beobachtung wurde an zwei verschiedenen Portionen Flüssigkeit mit ganz gleichem Resultat gemacht.

Von 0,2615 des Destillats erhielt ich bei der Analyse 0,8814 Kohlensäure und 0,1825 Wasser; d. i.:

	Gefunden.	Berechnet nach $C_{12}H_6$.
Kohlenstoff	91,92	92,31
Wasserstoff	7,76	7,69.

79) Bei der Siedepunktsbestimmung für dieses Destillat, (corr.) B.St. 752^{mm},0, zeigte Thermometer 6:

		corr. f. d. Scale.	Reduc. auf 760 ^{mm} B. St.
mit der Kugel in der Flüssigkeit schwankend	80°,6 bis 81,1	81,0 bis 81,5	81,3 bis 81,8
mit der Kugel im Dampf, ganz constant	79,7	80,1	80,4.

Nach diesen Beobachtungen ist der Siedepunkt des Benzols für 760^{mm} B.St. 80°,4. — Mitscherlich beobachtete (Thermometerkugel in der Flüssigkeit, und wohl ohne Correction für die herausragende Thermometerröhre) 86° für ? B.St.

80) Die Ausdehnung des Benzols untersuchte ich in zwei Versuchsreihen.

Erste Versuchsreihe. Thermometer 9 und Dilatometer F:

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.
1	11°,4	3711,5	6	26°,5	3778,2	11	53°,6	3905,7
2	12°,6	3716,9	7	37°,0	3826,0	12	57°,6	3926,5
3	15°,9	3730,5	8	41°,1	3845,9	13	58°,8	3932,3
4	20°,2	3750,0	9	41°,2	3846,4	14	62°,3	3950,9
5	23°,4	3764,0	10	51°,9	3898,0			

Mit einer kleineren Quantität Benzol wurde weiter beobachtet:

15	50°,5	3742,7	18	56°,6	3770,9	21	80°,4	3892,5
16	50°,8	3743,8	19	76°,1	3870,1	22	81°,0	3896,1
17	54°,3	3761,4	20	77°,5	3876,6	23	81°,4	3897,4

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 4, aus 5 bis 9, aus 10 bis 14, und aus den Combinationen 15 und 19, 16 und 20, 17 und 21, 18 und 22, 17 und 21, und 18 und 23, so findet man für das scheinbare Volum des Benzols in Dilatometer F die Formel:

$\mathfrak{B} = 3662,8 + 4,2036 t + 0,0047801 t^2 + 0,000029344 t^3$
 oder das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00114763 t + 0,0000013050 t^2 + 0,0000000080112 t^3 \quad (1)$$

(Lgg. 0,05980 - 3 0,11562 - 6 0,90370 - 9).

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum		
		beob.	berechn.			beob.	berechn.	
1	11°,4	1,01330	1,01326	8	41°,1	1,04999	+	1,04993
2	12°,6	1,01477	1,01469	9	41°,2	1,05013	+	1,05006
3	15°,9	1,01848	1,01861	10	51°,9	1,06421	—	1,06420
4	20°,2	1,02381	1,02378	11	53°,6	1,06632	+	1,06649
5	23°,4	1,02763	1,02768	12	57°,6	1,07199	+	1,07196
6	26°,5	1,03151	1,03148	13	58°,8	1,07358	—	1,07362
7	37°,0	1,04456	—	14	62°,3	1,07865	+	1,07851

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.	bei	wie	zu beobacht.	berechn.
15 (-) und 19 (-)	50°,5 und 76°,1	1,06231	1,09847	1,09842
16 (+) - 20 (+)	50,8 - 77,5	1,06272	1,10042	1,10051
17 (-) - 21 (-)	54,3 - 80,4	1,06745	1,10465	1,10487
18 (+) - 22 (+)	56,6 - 81,0	1,07059	1,10613	1,10578
18 (+) - 23 (+)	56,6 - 81,4	1,07059	1,10650	1,10639

69) *Zweite Versuchsreihe.* Thermometer 3 und Dilatometer G.

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.	
1	11°5	3917,7	8	38°8	4047,0	—
2	12,7	3923,6	9	39,6	4051,9	+
3	15,9	3937,6	10	47,4	4091,2	—
4	20,3	3958,0	11	51,5	4112,4	+
5	23,3	3972,5	12	59,2	4153,2	—
6	26,4	3987,4	13	59,7	4155,5	+
7	32,6	4017,0	14	62,2	4169,4	+

Mit einer kleineren Quantität Benzol wurde weiter beobachtet:

15	47°,1	3943,6	-	19	76°,9	4098,5	-
16	47°,7	3946,1	-	20	78°,0	4105,0	+
17	48°,2	3948,9	+	21	79°,5	4112,9	-
18	51°,6	3965,6	+	22	80°,4	4118,9	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 4, aus 5 bis 9, aus 10

bis 14, und aus den Combinationen 15 und 19, 16 und 21, 17 und 20, 18 und 22, so erhält man für das scheinbare Volum des Benzols in Dilatometer *G* die Formel:

$$V = 3865,6 + 4,4710 t + 0,0046176 t^2 + 0,000031150 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00115660 t + 0,0000011945 t^2 + 0,0000000080582 t^3 \quad (2)$$

(Lgg. 0,06318 — 3 0,07719 — 6 0,90624 — 9)

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	11°,5	1,01348	1,01347	8	38,8	1,04693	—
2	12,7	1,01500	1,01490	9	39,6	1,04819	+
3	15,9	1,01863	1,01872	10	47,4	1,05836	—
4	20,3	1,02390	1,02404	11	51,5	1,06384	+
5	23,3	1,02765	1,02770	12	59,2	1,07440	—
6	26,4	1,03151	1,03151	13	59,7	1,07499	+
7	32,6	1,03917	1,03926	14	62,2	1,07859	+

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobacht.	berechn.
15	(—) und 19	(—)	47°,1 und 76°,9	1,05796	1,09951
16	(—) — 21	(—)	47,7 — 79,5	1,05876	1,10351
17	(+) — 20	(+)	48,2 — 78,0	1,05942	1,10130
18	(+) — 22	(+)	51,6 — 80,4	1,06396	1,10509

82) Die Formel 1) giebt, corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *F*, für das wahre Volum des Benzols den Ausdruck:

$$V = 1 + 0,00117144 t + 0,0000013323 t^2 + 0,0000000080423 t^3 \quad (I)$$

(Lgg. 0,06872 — 3 0,12460 — 6 0,90538 — 9)

und die Formel 2), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *G*:

$$V = 1 + 0,00118108 t + 0,0000012228 t^2 + 0,0000000080874 t^3 \quad (II)$$

(Lgg. 0,07228 — 3 0,08736 — 6 0,90781 — 9)

Das Mittel aus beiden ist:

$$V = 1 + 0,00117626 t + 0,00000127753 t^2 + 0,0000000080648 t^3 \quad (III)$$

(Lgg. 0,07051 — 3 0,10637 — 6 0,90660 — 9).

Die Endresultate beider Versuchsreihen und das aus

ihnen im Mittel folgende wahre Volum für Benzol sind in folgender Tabelle enthalten:

Tem- perat.	Vwahres Volum.			Tem- perat.	Vwahres Volum.		
	I.	II.	III(Mittel)		I.	II.	III(Mitt.)
0°	1,00000	1,00000	1,00000	45°	1,05613	1,05637	1,05625
5	1,00589	1,00594	1,00592	50	1,06291	1,06313	1,06302
10	1,01185	1,01194	1,01190	55	1,06980	1,07001	1,06990
15	1,01790	1,01803	1,01796	60	1,07683	1,07701	1,07692
20	1,02402	1,02417	1,02410	65	1,08398	1,08416	1,08407
25	1,03025	1,03041	1,03033	70	1,09129	1,09144	1,09136
30	1,03656	1,03675	1,03665	75	1,09874	1,09887	1,09880
35	1,04297	1,04319	1,04308	80	1,10636	1,10646	1,10641
40	1,04950	1,04972	1,04961	85	1,11414	1,11410	1,11412

83) Das specifische Gewicht des Benzols fand ich:

mit App. I: 0,88372 für 15°,2; d. i. reducirt: 0,89914 für 0°

- II: 0,88354 - 15°,3; - - - 0,89908

Im Mittel 0,89911.

Es beobachtete früher

Mitscherlich: 0,85 für 19°; d. i. reducirt: 0,868 bei 0°.

Nach meiner Bestimmung des spec. Gewichts und der Ausdehnung ist das spec. Volum des Benzols:

bei 0° 86,752 (für A. G. H=1) od. 1084,4 (für A. G. O=100)

bei 80°,4 96,037 - - - - - 1200,5 - - - - -

Ameisensäure (Ameisensäurehydrat; $C_2H_2O_4$).

84) Ich bereitete reines ameisensaures Bleioxyd durch Sättigen von wässriger Ameisensäure mit kohlen saurem Bleioxyd, Ausziehen mit heißem Wasser, heißes Filtriren und auskrystallisiren lassen. Dieses krystallisirte ameisensaure Bleioxyd trocknete ich fein gepulvert und im luftverdünnten Raum bei 100°. In einer Glasröhre, welche mit einem Kühlapparat in Verbindung stand, wurde es dann durch trocknes Schwefelwasserstoffgas zersetzt, und die gebildete Ameisensäure durch möglichst gelinde Wärme in die Vorlage übergetrieben. Die übergegangene Flüssigkeit war nicht ganz klar, und roch stark nach Schwefelwasserstoff. Bei der Rectification kam sie bei 96° in's Sieden, der Siedepunkt stieg allmählig bis 105°, wo er sich sehr constant er-

hielt; auch im Dampf zeigte dann das Thermometer 105° . Das so erhaltene Destillat kam bei 96° in's Sieden, der Siedepunkt stieg rasch bis etwa 100° , und schien auf den ersten Blick hier constant zu werden, aber bei fortwährender Destillation stieg er noch langsam, allmählig bis $104^{\circ},5$, wo er völlig constant wurde; auch als das Thermometer mit der Kugel sich im Dampf befand, zeigte es diese Temperatur (bei allen diesen Beobachtungen befand sich Platinblech in der Flüssigkeit; die Temperaturangaben sind nicht corrigirt für die herausragende Thermometerröhre, noch für den von 760^{mm} abweichenden Barometerstand).

Was jetzt bei dem constanten Siedepunkt $104^{\circ},5$ übergang, wurde besonders aufgefangen und zu den nachstehenden Versuchen verwandt. 0,4167 dieser Flüssigkeit gaben mir bei der Analyse 0,4170 Kohlensäure und 0,1952 Wasser; d. i.:

	Gefunden.	Berechnet nach $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$
Kohlenstoff	25,46	26,09
Wasserstoff	4,85	4,35
Sauerstoff	69,69	69,56.

85) Bei der Siedepunktsbestimmung zeigte Thermometer 6:

corr. f. d. Reduc. auf
Scala 760^{mm} B.St.

sowohl mit der Kugel in der Flüssigkeit,
als im Dampf

$104^{\circ},5$ $105,4$ $105,3$.

Der (corr.) B.St. war nämlich $763^{\text{mm}},9$. Nach diesen Versuchen ist der Siedepunkt der Ameisensäure für 760^{mm} $105^{\circ},3$. Davon weichen die früheren Angaben ziemlich ab; nach Liebig ist der Siedepunkt $98,5$ für 753^{mm} (uncorr.) B.St., nach Bineau 100° . Diese Zahlen stimmen mit meinen Beobachtungen in sofern überein, als auch nach diesen der Siedepunkt hier constant zu werden *schien*, aber er war es keineswegs. — Eine Mischung von 1 At. Säure und 1 Wasser ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$) zeigt, nach Liebig, den Siedepunkt 106° , also nahe denjenigen, welchen ich $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ beobachtete, aber die Zusammensetzung dieser Mischung ist eine ganz andere, als die von mir in der Analyse gefun-

dene ($C_2H_3O_3$ enthält 21,82 Kohlenstoff, 5,45 Wasserstoff, 72,73 Sauerstoff).

86) Die Ausdehnung der Ameisensäure habe ich in zwei Versuchsreihen bestimmt.

Erste Versuchsreihe. Thermometer 2 und Dilatometer F:

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.
1	5°,4	3705,5	8	45°,1	3853,1
2	9,8	3721,0	9	65°,2	3934,0
3	13,1	3732,7	10	65°,8	3936,3
4	14,3	3736,9	11	70°,1	3954,2
5	43,2	3845,9	12	70°,8	3957,3
6	43,5	3846,5	13	71°,7	3960,9
7	45°,0	3852,3			

Mit einer kleineren Quantität Ameisensäure wurde weiter beobachtet:

14	65°,3	3733,3	—	19	94°,6	3854,9	—
15	70,7	3754,2	—	20	95°,6	3858,1	+
16	73,2	3765,0	—	21	99°,2	3874,7	—
17	74,9	3771,4	+	22	100°,4	3879,3	+
18	76°,1	3776,6	+	23	102°,8	3890,5	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 4, aus 5 bis 8, aus 9 bis 13, und aus den Combinationen 14 und 19, 15 und 21, 16 und 21, 17 und 20, 18 und 22, und 18 und 23, so findet man für das scheinbare Volum der Ameisensäure in Dilatometer F die Formel:

$$V = 3686,1 + 3,5277 t + 0,0029741 t^2 + 0,000018195 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00095702 t + 0,00000080682 t^2 + 0,0000000049361 t^3 \quad (1)$$

(Lgg. 0,98092 — 4 0,90678 — 7 0,69339 — 9).

Die Resultate dieser Formel, in gleicher Weise wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beobacht.	berechn.			beobacht.	berechn.
1	5°,4	1,00526	1,00519	8	45°,1	1,04531	+
2	9,8	1,00947	1,00946	9	65°,2	1,06725	+
3	13,1	1,01264	1,01269	10	65°,8	1,06788	—
4	14,3	1,01378	1,01386	11	70°,1	1,07273	—
5	43,2	1,04335	—	12	70°,8	1,07357	+
6	43,5	1,04351	+	13	71°,7	1,07455	+
7	45°,0	1,04509	—				

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobacht.	berechn.
14	(-) und 19	(-) 65°,3 und 94°,6	1,06730	1,10206	1,10193
15	(-) - 21	(-) 70,7 - 99,2	1,07343	1,10788	1,10770
16	(-) - 21	(-) 73,2 - 99,2	1,07631	1,10767	1,10770
17	(+) - 20	(+) 74,9 - 95,6	1,07828	1,10307	1,10317
18	(+) - 22	(+) 76,1 - 100,4	1,07968	1,10904	1,10921
18	(+) - 23	(+) 76,1 - 102,8	1,07968	1,11224	1,11227

87) *Zweite Versuchsreihe.* Thermometer 9 und Dilatometer B:

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.
1	5°,6	3566,8	9	42°,2	3697,4
2	10,0	3581,6	10	43,2	3701,5
3	12,9	3591,2	11	62,3	3775,2
4	13,2	3592,3	12	65,2	3785,3
5	14,5	3596,9	13	65,5	3786,5
6	37,8	3680,7	14	65,5	3786,8
7	38,1	3682,5	15	66,7	3791,9
8	39,9	3688,8			

Mit einer kleineren Quantität Ameisensäure wurde weiter beobachtet:

16	62°,7	3609,2	—	22	95°,6	3739,8	—
17	64,3	3614,3	—	23	96,4	3742,4	+
18	64,4	3614,9	+	24	101,4	3765,0	—
19	70,3	3638,1	—	25	102,4	3768,7	—
20	70,8	3639,5	+	26	103,2	3772,2	+
21	73,5	3649,6	+	27	103,5	3773,3	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 5, aus 6 bis 10, aus 11 bis 15, und aus den Combinationen 16 und 22, 17 und 24, 18 und 23, 19 und 25, 20 und 26, und 21 und 27, so findet man für das scheinbare Volum der Ameisensäure in Dilatometer B die Formel:

$$v = 3546,5 + 3,47205 t + 0,0014033 t^2 + 0,000024699 t^3$$

oder das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00097902 t + 0,00000039568 t^2 + 0,0000000069645 t^3 \quad (2)$$

(Lgg. 0,99079 - 4 0,59735 - 7 0,84289 - 9).

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	5°,6	1,00572		9	42°,2	1,04255	—
2	10,0	1,00990	1,00984	10	43,2	1,04370	+
3	12,9	1,01260	1,01271	11	62,3	1,06449	—
4	13,2	1,01291	1,01300	12	65,2	1,06733	—
6	14,5	1,01421	1,01430	13	65,5	1,06767	+
6	37,8	1,03784	—	14	65,5	1,06776	+
7	38,1	1,03835	—	15	66,7	1,06919	+
8	39,9	1,04012	+				

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobacht.	berechnet
16	(—) und 22 (—)	62°,7 und 95°,6	1,06466	1,10318	1,10330
17	(—) - 24 (—)	64,3 - 101,4	1,06644	1,11090	1,11060
18	(+) - 23 (+)	64,4 - 96,4	1,06655	1,10417	1,10430
19	(—) - 25 (—)	70,3 - 102,4	1,07321	1,11174	1,11188
20	(+) - 26 (+)	70,8 - 103,2	1,07376	1,11291	1,11289
21	(+) - 27 (+)	73,5 - 103,5	1,07687	1,11337	1,11329

88) Die Formel 1), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers F , giebt für das wahre Volum der Ameisensäure den Ausdruck:

$$V = 1 + 0,00098083 t + 0,00000082961 t^2 + 0,0000000049553 t^3 \quad (I)$$

(Lgg. 0,99159 — 4 0,91887 — 7 0,69507 — 9).

und die Formel 2), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers B :

$$V = 1 + 0,00100455 t + 0,00000042067 t^2 + 0,0000000069746 t^3 \quad (II)$$

(Lgg. 0,00197 — 3 0,62394 — 7 0,84352 — 9)

Das Mittel aus beiden ist:

$$V = 1 + 0,00099269 t + 0,00000062514 t^2 + 0,0000000059650 t^3 \quad (III)$$

(Lgg. 0,99682 — 4 0,79598 — 7 0,77561 — 9).

Folgende Tabelle giebt die Endresultate der zwei Versuchsreihen, und das aus ihnen im Mittel folgende wahre Volum für die Ameisensäure:

Temp.	VWahres Volum.			Temp.	VWahres Volum		
	I.	II.	III (Mitt.)		I.	II.	III (Mitt.)
0°	1,00000	1,00000	1,00000	20°	1,01999	1,02032	1,02016
5	1,00492	1,00503	1,00497	25	1,02512	1,02548	1,02530
10	1,00990	1,01010	1,01000	30	1,03030	1,03071	1,03050
15	1,01491	1,01518	1,01505	35	1,03556	1,03598	1,03577

Temp.	Wahres Volum.			Temp.	Wahres Volum.		
	I.	II.	III. (Mitt.)		I.	II.	III. (Mitt.)
40°	1,04088	1,04130	1,04109	75°	1,08032	1,08065	1,08048
45	1,04627	1,04669	1,04648	80	1,08632	1,08662	1,08647
50	1,05173	1,05215	1,05194	85	1,09240	1,09271	1,09255
55	1,05727	1,05768	1,05748	90	1,09860	1,09890	1,09875
60	1,06291	1,06328	1,06310	95	1,10492	1,10521	1,10507
65	1,06862	1,06899	1,06880	100	1,11134	1,11163	1,11148
70	1,07443	1,07476	1,07460	105	1,11788	1,11819	1,11803

89) Das specifische Gewicht der Ameisensäure fand ich:
 mit App. I: 1,2068 für 13°,7
 - - II: 1,2066 - -

Im Mittel 1,2067 für 13°,7; d. i. reduc.: 1,2227 für 0°.

Früher beobachtete

Liebig: 1,2353 für 12°; d. i. reducirt: 1,2498 für 0°.

Nach meiner Bestimmung des specifischen Gewichts und der Ausdehnung ist das specifische Volum der Ameisensäure

bei 0°: 37,623 (für A. G. H=1) od. 470,29 (für A. G. O=100)
 - 105°,3: 41,830 - - - - - 522,89 - - - - -

Essigsäure (Essigsäurehydrat; $C_4H_4O_4$).

90) Concentrirte Essigsäure bereitete ich theils durch Destillation von entwässertem Bleizucker mit geschmolzenem saurem schwefelsaurem Kali, theils durch Destillation von entwässertem Bleizucker mit abgerauchter Schwefelsäure. Die so erhaltene Essigsäure wurde rectificirt, und das erste Drittheil des Destillats, welches Aceton enthalten konnte, besonders aufgefangen. Was nachher überging wurde, zur völligen Befreiung von schwefliger Säure, mit Bleisuperoxyd digerirt und abdestillirt, das Destillat zu noch stärkerer Concentration mit entwässertem schwefelsaurem Natron digerirt, davon abgegossen und nochmals rectificirt. Die jetzt erhaltene Flüssigkeit wurde in der Kälte krystallisiren lassen, das Flüssigbleibende abgegossen, und dies öfters wiederholt. Was zuletzt krystallisirt blieb, gab geschmolzen die im Nachstehenden untersuchte Säure.

0,4322 derselben gaben mir bei der Analyse 0,2667 Wasser, die Kohlensäurebestimmung ging durch Ueberspritzen von Kali verloren. 0,4443 gaben bei einer zweiten Analyse 0,6396 Kohlensäure und 0,2691 Wasser; d. i.:

	Gefunden.	Berechnet nach $C_2H_4O_4$.
Kohlenstoff	39,26	40,00
Wasserstoff	6,85	6,73
Sauerstoff	54,01	53,33.

91) Die Angaben über den Siedepunkt der Essigsäure sind sich sehr widersprechend; nach Mollerat liegt er unter 100° , nach Mitscherlich bei 114° , nach Dumas bei 120° . Es scheint, daß ein sehr kleiner Wassergehalt von sehr großem Einfluß auf den Siedepunkt ist. Bei Versuchen mit der beschriebenen Säure zeigte Thermometer 6 (die Kugel tauchte zuerst etwa $\frac{1}{2}$ Zoll tief in die Flüssigkeit, die sich allmählig durch Abdestilliren verringerte; [corr.] B.St. $750^{mm},0$):

	corr. f. d. Scale.	reduc. auf 760^{mm} B.St.
mit der Kugel in der Flüssigkeit schwan- kend zwischen	111,8 bis 112,2	112,7 bis 113,1
aber in dem Maße steigend, als Flüssig- keit abdunstete.		113,1 bis 113,5
mit der Kugel im Dampf, bei der er- sten Ablesung	112,6	113,5
allmählig steigend bis	116,0	116,9
wo es sich ziemlich constant hielt.		117,3.

Nach diesen Beobachtungen wäre der Siedepunkt der Essigsäure für 760^{mm} B.St. $117^\circ,3$.

92) Die Ausdehnung der Essigsäure habe ich in zwei Versuchsreihen untersucht.

Erste Versuchsreihe. Thermometer 9 und Dilatometer F:

No.	Temp.	Scheinbares Volum.		No.	Temp.	Scheinbares Volum.	
1	17°,7	3709,8		8	65°,3	3900,4	+
2	17,8	3710,6		9	66,7	3907,5	—
3	24,2	3734,8		10	73,7	3938,0	—
4	24,7	3736,7		11	76,0	3947,0	+
5	39,2	3793,8	—	12	76,6	3949,5	+
6	45,8	3819,3	+	13	78,9	3960,1	+
7	49,7	3835,8	—				

Mit einer kleineren Quantität Essigsäure wurde weiter beobachtet:

14	55°,0	3765,3	—	18	88°,1	3905,8	+
15	60,6	3788,3	—	19	90,1	3916,1	—
16	65,8	3808,8	+	20	94,3	3936,0	—
17	73,5	3842,1	+	21	100,5	3963,9	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 4, aus 5 bis 9, aus 10 bis 13, und aus den Combinationen 14 und 19, 15 und 20, 16 und 18, und 17 und 21, so findet man für die scheinbare Ausdehnung der Essigsäure in Dilatometer F die Formel:

$$v = 3642,1 + 3,8309 t - 0,0006335 t^2 + 0,000040594 t^3$$

oder das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,0010518 t - 0,00000017394 t^2 + 0,000000011146 t^3 \quad (1)$$

(Lgg. 0,02194 — 3 0,24040 — 7 0,04711 — 8).

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	17°,7	1,01859	1,01863	8	65°,3	1,07092	1,07104
2	17,8	1,01881	1,01872	9	66,7	1,07287	1,07270
3	24,2	1,02548	1,02551	10	73,7	1,08124	1,08104
4	24,7	1,02597	1,02604	11	76,0	1,08372	1,08383
5	39,2	1,04165	1,04163	12	76,6	1,08440	1,08456
6	45,8	1,04865	1,04868	13	78,9	1,08731	1,08739
7	49,7	1,05318	1,05322				

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobacht.	berechn.
14	(-) und 19	(-) 55°,0 und 90°,1	1,05917	1,10159	1,10169
15	(-) - 20	(-) 60°,6 - 94°,3	1,06558	1,10713	1,10699
16	(+) - 18	(+) 65°,8 - 88°,1	1,07164	1,09893	1,09894
17	(+) - 21	(+) 73°,5 - 100°,5	1,08080	1,11506	1,11526

93) *Zweite Versuchsreihe.* Thermometer 6 und Dilatometer *B*.

No.	Temp.	Scheinb. Vol.	No.	Temp.	Scheinb. Vol.	
1	17° 7	3568,8	7	63° 1	3742,3	+
2	20 8	3580,7	8	65 7	3755,4	—
3	24 6	3594,2	9	70 9	3777,8	—
4	38 5	3646,9	10	72 6	3782,2	+
5	44 1	3666,9	11	74 2	3789,0	+
6	57 3	3721,5				

Mit einer kleineren Quantität Essigsäure wurde weiter beobachtet:

12	79°,4	3580,5	—	17	94°,4	3645,6	—
13	81°,1	3588,1	+	18	99°,5	3665,6	+
14	85°,2	3606,1	—	19	101°,0	3674,9	—
15	87°,9	3617,8	—	20	108°,7	3707,3	+
16	93°,5	3638,0	+		109°,6	3712,2	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 3, aus 4 bis 7, aus 8 bis 11, und aus den Combinationen 12 und 17, 13 und 18, 14 und 19, 15 und 20, und 16 und 21, so findet man für das scheinbare Volum der Essigsäure in Dilatometer *B* die Formel:

$$V = 3505,6 + 3,5509 t + 0,0017160 t^2 + 0,000028509 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00101293 t + 0,00000048951 t^2 + 0,0000000081326 t^3 \quad (2)$$

(Lgg. 0,00538 — 3 0,68976 — 7 0,91023 — 9).

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum		
		beob.	berechn.			beob.	berechn.	
1	17,7	1,01803	1,01813	7	63°,1	1,06752	+	1,06791
2	20,8	1,02142	1,02135	8	65,7	1,07126	—	1,07097
3	24,6	1,02527	1,02534	9	70,9	1,07765	—	1,07718
4	38,5	1,04031	1,04019	10	72,6	1,07890	+	1,07923
5	44,1	1,04601	1,04632	11	74,2	1,08084	+	1,08118
6	57,3	1,06159	—					

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobacht.	berechn.
12 (—) und 17 (—)		79,4 und 94,4	1,08759	1,10736	1,10682
13 (+) — 18 (+)		81,1 — 99,5	1,08971	1,11325	1,11365
14 (—) — 19 (—)		85,2 — 101,0	1,09488	1,11577	1,11567
15 (—) — 20 (+)		87,9 — 108,7	1,09832	1,12549	1,12634
16 (+) — 21 (+)		93,5 — 109,6	1,10564	1,12819	1,12761

94) Die Formel 1), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *F*, giebt für das wahre Volum der Essigsäure den Ausdruck:

$$V = 1 + 0,00107560 t - 0,00000014890 t^2 + 0,000000011142 t^3 \quad (I)$$

(Lgg. 0,03165 — 3 0,17289 — 7 0,04697 — 8).

und die Formel 2), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *B*:

$$V = 1 + 0,00103846 t + 0,000000051537 t^2 + 0,0000000081451 t^3 \quad (II)$$

(Lgg. 0,01639 — 3 0,71212 — 7 0,91089 — 9)

Das Mittel aus beiden ist:

$$V = 1 + 0,00105703 t + 0,00000018323 t^2 + 0,0000000096435 t^3 \quad (III)$$

(Lgg. 0,02408 — 3 0,26300 — 7 0,98423 — 9).

Folgende Tabelle giebt die Endresultate beider Versuchsreihen und das aus ihnen im Mittel folgende wahre Volum für die Essigsäure:

Temp.	Vwahres Volum.			Temp.	Vwahres Volum.		
	I.	II.	III. (Mitt.)		I.	II.	III. (Mitt.)
0°	1,00000	1,00000	1,00000	35°	1,03795	1,03733	1,03764
5	1,00538	1,00520	1,00529	40	1,04349	1,04288	1,04319
10	1,01076	1,01044	1,01060	45	1,04911	1,04851	1,04881
15	1,01614	1,01563	1,01588	50	1,05480	1,05423	1,05451
20	1,02154	1,02105	1,02129	55	1,06056	1,06003	1,06030
25	1,02697	1,02641	1,02669	60	1,06641	1,06593	1,06617
30	1,03244	1,03183	1,03213	65	1,07234	1,07192	1,07213

Temp.	Wahres Volum.			Temp.	Wahres Volum.		
	I.	II.	III (Mitt.)		I.	II.	III (Mitt.)
70°	1,07838	1,07801	1,07820	100°	1,11721	1,11714	1,11717
75	1,08453	1,08422	1,08438	105	1,12420	1,12415	1,12417
80	1,09080	1,09055	1,09067	110	1,13135	1,13131	1,13133
85	1,09719	1,09699	1,09709	115	1,13867	1,13863	1,13865
90	1,10371	1,10357	1,10364	120	1,14618	1,14610	1,14614
95	1,11039	1,11028	1,11033				

95) Das spezifische Gewicht der Essigsäure fand ich:
mit App. I 1,0619 für 17°,0
- - II 1,0620 - -

Im Mittel 1,06195 für 17°,0; d. i. reducirt: 1,08005 für 0°.

Früher fand:

Mollerat: 1,063 für 16°; d. i. reducirt: 1,0801 für 0°

Mohr: 1,0635 - 15 ; - - - 1,0796 - -

Nach meiner Bestimmung des spec. Gewichts und der Ausdehnung ist das spec. Volum der Essigsäure:

bei 0° 55,554 (für A. G. H=1) od. 694,42 (A. G. O=100)

bei 117°,3 63,447 - - - - - 793,08 - - - -

Buttersäure (Buttersäurehydrat; $C_4H_8O_4$).

96) Die zu den nachstehenden Versuchen angewandte Buttersäure war nach Pelouze und Gélis Methode künstlich dargestellt. Die so erhaltene rohe wässrige Buttersäure wurde rectificirt; der Siedepunkt (das Thermometer tauchte mit der Kugel in die Flüssigkeit, Platinblech war zugegen) stieg schnell bis 155°,5, wo er sich sehr annähernd constant hielt. Was jetzt überging, wurde besonders aufgefangen. Als die Kugel des Thermometers noch halb mit Flüssigkeit überdeckt war, zeigte es noch 155°,5; als die Kugel sich ganz im Dampf befand, und nur noch sehr wenig Flüssigkeit in dem Destillationsgefäße war, zeigte es 159,5; doch konnte hier eine Einwirkung der heißen Gefäßwände stattfinden. Der Rückstand an Flüssigkeit färbte sich bei dieser Temperatur bräunlich (die vorstehenden Temperaturangaben sind nicht corrigirt, weder in Beziehung auf die

herausragende Thermometerröhre, noch auf den von 760^{mm} abweichenden B.St.).

0,2548 des bei constantem Siedepunkt Uebergegangenen gaben mir bei der Analyse 0,4973 Kohlensäure und 0,2065 Wasser; d. i.:

	Gefunden.	Berechnet nach $C_4H_8O_4$.
Kohlenstoff	53,23	54,55
Wasserstoff	9,01	9,09
Sauerstoff	37,76	36,36.

97) Bei der Siedepunktsbestimmung, (corr.) B.St. 733^{mm}, zeigte Thermometer 8:

		corr. f. d. Scala	reduc. auf 760 ^{mm} B St
mit der Kugel in der Flüssigkeit, zuerst	151°,2	154,3	155,3
allmählig steigend bis	152°,9	156,0	157,0

wo es sehr constant blieb. Denselben Stand zeigte das Thermometer auch noch mit der Kugel im Dampf, und es folgt also aus diesen Beobachtungen der Siedepunkt der Buttersäure für 760^{mm} B.St. zu 157°,0.

Pelouze und Gélis geben an, die Buttersäure siede gegen 164°. Vorher sagen sie, der fast constante Siedepunkt einer Mischung von Buttersäure mit Chlorcalcium und buttersaurem Kalk und etwas Farbstoff sey 164°, wenn die concentrirte Buttersäure überdestillire. Der letztere Siedepunkt ist wohl, je nach der Quantität und Qualität der Beimengungen, sehr variabel; darauf, daß die Angabe für den Siedepunkt der reinen Buttersäure eine nur annähernde seyn könne, habe ich schon früher aufmerksam gemacht; eine reine Flüssigkeit hat nicht gleichen Siedepunkt mit einer solchen, die jene Salze aufgelöst enthält.

96) Die Ausdehnung der Buttersäure habe ich in zwei Versuchsreihen untersucht.

Erste Versuchsreihe. Thermometer 9 und Dilatometer F.

No.	Temp.	Scheinb. Vol.	No.	Temp.	Scheinb. Vol.
1	12°,1	3702,5	8	51°,3	3855,9
2	16,0	3717,3	9	51,9	3858,4
3	17,8	3723,8	10	71,2	3940,2
4	22,3	3741,4	11	73,0	3946,9
5	42,8	3821,0	12	74,0	3952,1
6	48,1	3843,1	13	75,3	3957,2
7	48,7	3845,3	14	77,4	3966,3

Mit einer kleineren Quantität Buttersäure wurde dann weiter beobachtet:

15	94°,5	3726,3	—	19	132°,7	3901,5	—
16	98,1	3742,0	—	20	138,6	3930,3	+
17	98,6	3744,1	+	21	138,9	3933,1	—
18	99,2	3746,2	+	22	141,9	3947,3	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 4, aus 5 bis 9, aus 10 bis 14, und aus den Combinationen 15 und 19, 16 und 21, 17 und 20, und 18 und 22, so findet man für das scheinbare Volum der Buttersäure in Dilatometer *F* die Formel:

$$v = 3657,2 + 3,7094 t + 0,0022272 t^2 + 0,000019541 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,0010143 t + 0,00000060900 t^2 + 0,000000053433 t^3 \quad (1)$$

$$(Lgg. \quad 0,00616 - 3 \quad 0,78462 - 7 \quad 0,72781 - 9)$$

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beobacht.	berechn.			beobacht.	berechn.
1	12°,1	1,01239	1,01237	8	51°,3	1,05433	—
2	16,0	1,01643	1,01641	9	51,9	1,05501	+
3	17,8	1,01821	1,01827	10	71,2	1,07738	—
4	22,3	1,02302	1,02298	11	73,0	1,07921	+
5	42,8	1,04479	—	12	74,0	1,08063	—
6	48,1	1,05083	—	13	75,3	1,08203	+
7	48,7	1,05143	+	14	77,4	1,08452	+

Es verhalten sich die scheinbare Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobachtet	berechnet
15 (—)	und 19 (—)	94°,5	und 132°,7	1,10580	1,15779
16 (—)	- 21 (—)	98,1	- 138,9	1,11040	1,16711
17 (+)	- 20 (+)	98,6	- 138,6	1,11105	1,16639
18 (+)	- 22 (+)	99,2	- 141,9	1,11183	1,17151

99) *Zweite Versuchsreihe.* Thermometer 6 und Dilatometer G.

No.	Temp.	Scheinb. Volum.		No.	Temp.	Scheinb. Volum.	
1	15°,9	3906,4		7	50°,8	4051,0	+
2	17,7	3913,3		8	69,9	4135,8	—
3	22,1	3931,5		9	70,7	4138,3	+
4	46,5	4032,8	—	11	76,1	4164,1	—
5	49,6	4046,3	—	11	77,6	4170,3	+
6	50,4	4049,4	+	12	78,6	4175,2	+

Mit einer kleineren Quantität Buttersäure wurde weiter beobachtet:

13	83°,5	3922,5	—	17	131°,0	4146,8	+
14	84,9	3928,6	+	18	134,0	4163,5	—
15	88,1	3941,5	+	19	136,1	4174,5	+
16	129,2	4138,1	—				

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 3, aus 4 bis 7, aus 8 bis 12, und aus den Combinationen 13 und 16, 14 und 17, 13 und 18, und 15 und 19, so findet man für die scheinbare Ausdehnung der Buttersäure in Dilatometer G die Formel:

$$\mathfrak{B} = 3842,8 + 3,9567 t + 0,0017928 t^2 + 0,000021025 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00102964 t + 0,00000046653 t^2 + 0,0000000054711 t^3 \quad (2)$$

(Lgg. 0,01269 — 3 0,66888 — 7 0,73808 — 9).

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	15°,9	1,01655		7	50°,8	1,05418	+
2	17,7	1,01835		8	69,9	1,07625	—
3	22,1	1,02308		9	70,7	1,07690	+
4	46,5	1,04944	—	10	76,1	1,08361	—
5	49,6	1,05296	—	11	77,6	1,08522	+
6	50,4	1,05376	+	12	78,6	1,08650	+

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobachtet	berechnet.
13	(-) und 16 (-)	83°,5 und 129°,2	1,09242	1,15246	1,15262
14	(+) - 17 (+)	84,9 - 131,0	1,09413	1,15490	1,15519
13	(-) - 18 (-)	83,5 - 134,0	1,09242	1,15954	1,15951
15	(+) - 19 (+)	88,1 - 136,1	1,09807	1,16298	1,16256

100) Die Formel 1), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers F , giebt für das wahre Volum der Buttersäure den Ausdruck:

$$V = 1 + 0,0010381 t + 0,00000063315 t^2 + 0,0000000053578 t^3 \quad (I)$$

$$(Lgg. \quad 0,01624 - 3 \quad 0,80150 - 7 \quad 0,72898 - 9)$$

und die Formel 2), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers G :

$$V = 1 + 0,00105412 t + 0,00000049174 t^2 + 0,0000000054825 t^3 \quad (II)$$

$$(Lgg. \quad 0,02289 - 3 \quad 0,69174 - 7 \quad 0,73898 - 9).$$

Das Mittel aus beiden ist:

$$V = 1 + 0,0010461 t + 0,00000056244 t^2 + 0,0000000054201 t^3 \quad (III)$$

$$(Lgg. \quad 0,01957 - 3 \quad 0,75008 - 7 \quad 0,73401 - 9).$$

Folgende Tabelle enthält die Endresultate beider Versuchsreihen, und das aus ihnen im Mittel folgende wahre Volum der Buttersäure:

Temperat.	Vwahres Volum.			Temperat.	Vwahres Volum.		
	I.	II.	III(Mittel)		I.	II.	III(Mitt.)
0°	1,00000	1,00000	1,00000	85°	1,09610	1,09652	1,09631
5	1,00521	1,00528	1,00525	90	1,10247	1,10285	1,10266
10	1,01045	1,01060	1,01052	95	1,10892	1,10928	1,10910
15	1,01573	1,01594	1,01583	100	1,11550	1,11581	1,11565
20	1,02105	1,02129	1,02117	105	1,12218	1,12245	1,12231
25	1,02643	1,02675	1,02659	110	1,12898	1,12920	1,12909
30	1,03185	1,03221	1,03203	115	1,13590	1,13607	1,13598
35	1,03734	1,03773	1,03754	120	1,14295	1,14304	1,14299
40	1,04287	1,04330	1,04309	125	1,15011	1,15015	1,15013
45	1,04848	1,04894	1,04871	130	1,15742	1,15739	1,15741
50	1,05416	1,05463	1,05439	135	1,16486	1,16476	1,16481
55	1,05989	1,06038	1,06013	140	1,17244	1,17226	1,17235
60	1,06573	1,06620	1,06596	145	1,18016	1,17990	1,18003
65	1,07163	1,07211	1,07187	150	1,18804	1,18768	1,18786
70	1,07761	1,07808	1,07785	155	1,19606	1,19562	1,19584
75	1,08368	1,08414	1,08391	160	1,20426	1,20371	1,20399
80	1,08984	1,09029	1,09007				

101) Das spezifische Gewicht der Buttersäure fand ich (vergl. 26):

mit App. II	nach älterer Bestimmung	0,9728	für 15°,0
- - II	- neuerer	0,9750	- - -
- - III		0,9740	- - -

Im Mittel 0,9739 für 15°,0; d. i.
reducirt 0,98862 für 0°.

Es fanden früher

Chevreul:	0,9675	für 25°; d. i. red.: 0,9906	für 0°
Pelouze u. Gélis:	0,963	- 15 ; - ; -	0,9775 - -

Nach meiner Bestimmung des spec. Gewichts und der Ausdehnung ist das spec. Volum der Buttersäure:

bei 0°	89,012 (für A. G. H=1)	od. 1112,65 (für A. G. O=100)
bei 157,0	106,74 - - - - -	1334,2 - - - - -

Ameisenholzäther (Ameisensaures Methoxyd; $C_4H_4O_4$).

102) Ameisenholzäther bereitete ich durch Destillation von 2 Gewichtstheilen ameisensauren Natrons mit einer Mischung aus 3 Schwefelsäurehydrat und 1,5 starken, reinen Holzgeistes; der auf dem Destillat schwimmende Aether wurde mit Kalkmilch gewaschen, mit Chlorcalcium getrocknet, davon abgegossen und rectificirt. Die vom Chlorcalcium abgegossene Flüssigkeit kam bei 33°,2 in's Sieden; sie kochte vom Platinblech aus, und der Siedepunkt stieg allmählig bis 34°,2; die Flüssigkeit trübte sich, in dem Maasse als sie mehr eingengt wurde, durch Abscheidung einer Chlorcalciumverbindung. Ich unterbrach jetzt die Destillation, liefs abkühlen, setzte eine neue Quantität der vom Chlorcalcium abgegossenen Flüssigkeit hinzu, und erhitzte wieder. Jetzt leitete das in der Flüssigkeit gebliebene Platinblech nicht mehr das Kochen ein; die Flüssigkeit siedete stossend, und liefs sich oft selbst bis 41° erhitzen, ohne dafs Dampfbildung stattfand. Als frisches, reines Platinblech hineingethan wurde, ging das Sieden wieder von diesem aus bei 34°,4 ruhig vor sich. (Diese Temperaturangaben sind nicht corrigirt; die Thermometerkugel tauchte immer in die Flüssigkeit.)

Von 0,6388 des Destillats ¹⁾ erhielt ich bei der Analyse 0,9425 Kohlensäure und 0,3930 Wasser; d. i.:

	Gefunden.	Berechnet nach $C_4H_4O_4$.
Kohlenstoff	40,24	40,00
Wasserstoff	6,83	6,67
Sauerstoff	52,93	53,33.

103) Bei der Siedepunktsbestimmung, (corrigirt) B.St. 741^{mm},3, zeigte Thermometer 6:

	Reduc. auf 760 ^{mm} B.St.	
mit der Kugel in der Flüssigkeit, im Anfang des Siedens	33°,1	33°,8
allmählig steigend, als fast Alles überdestillirt war	33,5	34,2
mit der Kugel im Dampf, sehr constant	32,7	33,4.

Eine Correction für die herausragende Thermometer-röhre war nicht nöthig.

Nach diesen Beobachtungen ist also der Siedepunkt des Ameisenholzäthers für 760^{mm} B.St. 33°,4. — Dumas und Péligré geben ihn zu 36° bis 38° an.

104) Die Ausdehnung des Ameisenholzäthers bestimmte ich in zwei Versuchsreihen:

Erste Versuchsreihe. Thermometer 2 und Dilatometer B:

1) Ich unterlasse es, bei jeder einzelnen Aetherart etwas über ihre äusseren Eigenschaften zu sagen, da sie alle, eine wie die andere, neutrale (was stets besonders constatirt wurde), leicht bewegliche, wasserhelle Flüssigkeiten von durchdringendem Geruch sind, und da diese Angaben keine distinctiven Kennzeichen enthalten. Der Geruch ist schwer bestimmt zu charakterisiren, und Verschiedene würden ihn wohl oft verschieden angeben (Buttersäureäther riecht dem Einen wie alter Käse, dem Andern wie Ananas); so fand ich z. B. den Geruch des Ameisenholzäthers nicht an den des Essigäthers (wie angegeben wird) erinnernd, sondern an den eigenthümlichen Geruch, den ich mehrmals an Holzgeist wahrnahm, wenn er zur Reinigung aus der Chlorcalciumverbindung abgetrennt und ehe er über Aetzkalk rectificirt war.

No.	Temp.	Scheinb. Vol.	No.	Temp.	Scheinb. Vol.
1	0°,0	3593,0	7	20°,4	3697,5
2	1,8	3601,2	8	24,2	3717,8
3	5,9	3622,3	9	25,2	3724,0
4	8,6	3635,7	10	26,9	3733,8
5	13,1	3658,9	11	28,3	3741,3
6	15,9	3673,5	12	30,7	3755,3

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 3, aus 4 bis 6, aus 7 bis 9, und aus 10 bis 12, so findet man für die scheinbare Ausdehnung des Ameisenholzäthers in Dilatometer *B* die Formel:

$$\mathfrak{B} = 3592,6 + 5,0068 t - 0,0009410 t^2 + 0,0003479 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,0013936 t - 0,00000026192 t^2 + 0,000000096835 t^3 \quad (1)$$

(Lgg. 0,14414 — 3 0,41817 — 7 0,98603 — 8).

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum beob.	Scheinbares Volum berechn.	No.	Temp.	Scheinbares Volum beob.	Scheinbares Volum berechn.
1	0°,0	1,00010	1,00000	7	20°,4	1,02919	1,02914
2	1,8	1,00238	1,00251	8	24,2	1,03484	1,03495
3	5,9	1,00826	1,00824	9	25,2	1,03656	1,03650
4	8,6	1,01198	1,01202	10	26,9	1,03929	1,03918
5	13,1	1,01844	1,01843	11	28,3	1,04138	1,04142
6	15,9	1,02251	1,02248	12	30,7	1,04528	1,04533

105) *Zweite Versuchsreihe.* Thermometer 3 und Dilatometer *D*:

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.
1	0°,0	4700,5	7	20°,5	4838,2
2	1,7	4710,6	8	24,0	4863,7
3	5,5	4735,2	9	25,2	4872,8
4	8,6	4756,7	11	26,8	4884,0
5	13,4	4788,4	11	28,5	4895,8
6	15,9	4806,6	12	30,9	4914,8

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 3, aus 4 bis 9, aus 7 bis 9 und aus 10 bis 12, so findet man für die scheinbare Ausdehnung des Ameisenholzäthers in Dilatometer *D* die Formel:

$$\mathfrak{B} = 4699,8 + 6,4337 t + 0,017018 t^2 - 0,00002358 t^3$$

oder, das Volum bei $0^{\circ} = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00136894 t + 0,0000036210 t^2 - 0,0000000050173 t^3 \quad (2)$$

(Lgg. 0,13638 - 3 0,55883 - 6 0,70047 - 9).

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	0°,0	1,00015	1,00000	7	20°,5	1,02945	1,02954
2	1,7	1,00230	1,00234	8	24,0	1,03487	1,03487
3	5,5	1,00753	1,00764	9	25,2	1,03681	1,03672
4	8,6	1,01211	1,01204	10	26,8	1,03919	1,03919
5	13,4	1,01835	1,01898	11	28,5	1,04170	1,04183
6	15,9	1,02272	1,02266	12	30,9	1,04575	1,04561

106) Die Formel 1), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *B*, giebt für das wahre Volum des Ameisenholzäthers den Ausdruck:

$$V = 1 + 0,0014191 t - 0,00000022635 t^2 + 0,000000096828 t^3 \quad (1)$$

(Lgg. 0,15201 - 3 0,35478 - 7 0,98600 - 8)

und die Formel 2), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *D*:

$$V = 1 + 0,00139191 t + 0,0000036525 t^2 - 0,0000000049341 t^3 \quad (II)$$

(Lgg. 0,14361 - 3 0,56259 - 6 0,69321 - 9).

Das Mittel aus beiden ist:

$$V = 1 + 0,0014055 t + 0,0000017131 t^2 + 0,000000045947 t^3 \quad (III)$$

(Lgg. 0,14784 - 3 0,23379 - 6 0,66226 - 8).

Folgende Tabelle enthält die Endresultate beider Versuchsreihen und das aus ihnen im Mittel folgende wahre Volum für Ameisenholzäther:

Temp.	VVahres Volum.			Temp.	VVahres Volum		
	I.	II.	III (Mitt.)		I.	II.	III (Mitt.)
0°	1,00000	1,00000	1,00000	20°	1,02906	1,02926	1,02916
5	1,00710	1,00705	1,00707	25	1,03685	1,03700	1,03692
10	1,01427	1,01429	1,01428	30	1,04498	1,04492	1,04495
15	1,02157	1,02168	1,02162	35	1,05354	1,05298	1,05326

107) Das spec. Gewicht des Ameisenholzäthers fand ich:
 mit App. I: 0,9766 für 16°,0; d. i. reduc.: 0,99835 für 0°
 - - II: 0,9776 - 15,3; - - - 0,99844 - -

Im Mittel 0,99840 für 0°

Das specifische Volum des Ameisenholzäthers ist nach diesen Untersuchungen:

bei 0° 60,097 (für A. G. H=1) od. 751,20 (für A. G. O=100)
 - 33°,4 63,138 - - - - - 789,22 - - - - -

Ameisenäther (Ameisensaures Aethyloxyd; $C_6H_6O_4$).

108) Ameisenäther, welchen ich durch Destillation von 4 Theilen ameisen-sauren Natron mit einer Mischung aus $5\frac{1}{2}$ Schwefelsäurehydrat und $3\frac{1}{2}$ Weingeist von 88 Procent dargestellt hatte, reinigte ich durch Waschen mit Kalkmilch und Zusammenstehenlassen mit (wiederholt erneuertem) Chlorcalcium. Als die von Chlorcalcium abgessene Flüssigkeit rectificirt wurde, zeigte Thermometer 7 (corr. B. St. 754^{mm},5).

Corr. f. d. Red. auf
Scala. 760^{mm} B. St.

mit der Kugel im Dampf, ganz constant 54°,9 55,1 55,3

0,4399 des Destillats gaben mir bei der Analyse 0,7800 Kohlensäure und 0,3255 Wasser; d. i.:

	Gefunden.	Berechnet nach $C_6H_6O_4$.
Kohlenstoff	48,36	48,65
Wasserstoff	8,22	8,11
Sauerstoff	43,42	43,24.

109) Bei der Siedepunktsbestimmung für dieses Destillat, (corr.) B. St. 754^{mm},2, zeigte Thermometer 6:

Corr. f. d. Reduc. auf
Scala 760^{mm} B. St.

mit der Kugel in der Flüssigkeit, schwach

zitternd 55°,9 56,0 56,2

mit der Kugel im Dampf, ganz constant 54°,6 54,7 54,9

Nach diesen Beobachtungen ist der Siedepunkt des Ameisenäthers für 760^{mm} B. St. 54°,9. — Frühere Bestimmungen (wobei die Thermometerkugel immer in die Flüssigkeit tauchte) ergaben:

(Uncorr.) B. St. Reduc. auf 760^{mm} B. St.

Pierre	52°,9	752 ^{mm}	53°,2
Liebig	53 ,4	761	53 ,4
Kopp (früher)	55 ,3	750	55 ,7
Döbereiner	56	750	56 ,4
Löwig	56 ,2	730	57 ,3.

Keine dieser Bestimmungen ist meines Wissens für die herausragende Thermometerröhre corrigirt.

110) Die Ausdehnung des Ameisenäthers habe ich in zwei Versuchsreihen untersucht.

Erste Versuchsreihe. Thermometer 9 und Dilatometer A:

No.	Temp.	Scheinbares Volum.	No.	Temp.	Scheinbares Volum.
1	0°,0	6187,7	5	15°,0	6310,5
2	2,7	6208,2	6	18 ,3	6339,0
3	7,7	6248,9	7	22 ,5	6376,9
4	9,8	6266,5	8	27 ,7	6421,5

Mit einer kleineren Quantität Ameisenäther wurde weiter beobachtet:

9	30°,4	6192,6	16	45°,3	6326,6	+
10	31,0	6198,5	17	46 ,2	6337,0	—
11	31,7	6202,1	18	48 ,5	6358,7	—
12	32,2	6206,6	19	49,8	6370,7	+
13	39,0	6266,6	20	50 ,4	6375,2	+
14	39,2	6269,9	21	51,9	6391,8	—
15	40,4	6279,1	22	54 ,6	6416,5	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 4, aus 5 bis 8, aus den Combinationen 9 und 13, 10 und 14, 11 und 15, 12 und 16, und 12 und 17, und aus den Combinationen 9 und 18, 10 und 19, 11 und 20, 12 und 21, und 12 und 22, so findet man für das scheinbare Volum des Ameisenäthers in Dilatometer A die Formel:

$$v = 6186,0 + 8,3038 t - 0,0011515 t^2 + 0,00028095 t^3$$

oder, das Volum bei 0° = 1 gesetzt:

$$v = 1 + 0,00134236 t - 0,00000018614 t^2 + 0,000000045417 t^3 \quad (1)$$

(Lgg. 0,12787 — 3 0,26985 — 7 0,65722 — 8).

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volumen		No.	Temp.	Scheinbares Volumen	
		beobacht.	berechn.			beobacht.	berechn.
1	0°,0	1,00028	1,00000	5	15°,0	1,02013	1,02025
2	2,7	1,00350	1,00362	6	18,3	1,02473	1,02478
3	7,7	1,01017	1,01035	7	22,5	1,03066	1,03063
4	9,8	1,01301	1,01318	8	27,7	1,03807	1,03801

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobacht.	berechn.
9 ()	und 13 (—)	30°,4 und 39°,0	1,04192	1,05437	1,05476
10 ()	- 14 (—)	31,0 - 39,3	1,04278	1,05513	1,05507
11 ()	- 15 (+)	31,7 - 40,4	1,04381	1,05677	1,05692
12 ()	- 16 (+)	32,3 - 45,3	1,04454	1,06473	1,06465
12 ()	- 17 (—)	32,3 - 46,3	1,04454	1,06649	1,06610
9 ()	- 18 (—)	30,4 - 48,5	1,04192	1,06917	1,06934
10 ()	- 19 (+)	31,0 - 49,8	1,04278	1,07210	1,07200
11 ()	- 20 (+)	31,7 - 50,4	1,04381	1,07294	1,07299
12 ()	- 21 (—)	32,3 - 51,9	1,04454	1,07571	1,07552
12 ()	- 22 (+)	32,3 - 54,6	1,04454	1,07906	1,08012

111) Zweite Versuchsreihe. Thermometer 2 und Dilatometer F.

No.	Temp.	Scheinb. Vol.	No.	Temp.	Scheinb. Vol.
1	0°,0	3710,7	8	26°,8	3846,8
2	2,7	3723,0	9	35,6	3894,2
3	7,2	3746,0	10	36,3	3896,2
4	9,5	3757,1	11	41,5	3927,7
5	14,8	3784,0	12	44,0	3942,7
6	18,3	3801,7	13	45,3	3949,7
7	22,8	3825,8			

Mit einer kleineren Quantität Ameisenäther wurde weiter beobachtet:

14	32°,3	3720,1	18	46°,8	3799,1	—
15	32,8	3723,1	19	50,9	3822,8	—
16	37,7	3748,8	20	56,5	3856,5	+
17	39,1	3766,4	21	63,1	3896,1	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 4, aus 5 bis 8, aus 9 bis 13, und aus den Combinationen 14 und 18, 15 und 19, 16 und 20, und 17 und 21, so findet man für das scheinbare Volumen des Ameisenäthers in Dilatometer F die Formel:

$$V = 3710,0 + 4,9676 t + 0,0014585 t^2 + 0,00012271 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,0013390 t + 0,00000039314 t^2 + 0,000000033075 t^3 \quad (2)$$

(Lgg. $0,12678 - 3$ $0,59454 - 7$ $0,51950 - 8$).

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	0°,0	1,00019	1,00000	8	26°,8	1,03687	1,03681
2	2°,7	1,00350	1,00362	9	35°,6	1,04965	1,04966
3	7°,2	1,00970	1,00967	10	36°,3	1,05019	1,05071
4	9°,5	1,01270	1,01279	11	41°,5	1,05869	1,05861
5	14°,8	1,01995	1,02002	12	44°,0	1,06272	1,06250
6	18°,3	1,02472	1,02483	13	45°,3	1,06461	1,06454
7	22°,8	1,03121	1,03112				

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobacht.	berechn.
14 () und 18 (—)		32°,3 und 46°,8	1,04477	1,06696	1,06692
15 () - 19 (—)		32°,8 - 50°,9	1,04551	1,07351	1,07353
16 () - 20 (+)		37°,7 - 56°,5	1,05281	1,08306	1,08287
17 () - 21 (+)		39°,1 - 63°,1	1,05493	1,09416	1,09437

112) Die Formel 1), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers A , giebt für das wahre Volum des Ameisenäthers den Ausdruck:

$$V = 1 + 0,00136611 t - 0,00000015426 t^2 + 0,000000045413 t^3 \quad (I)$$

(Lgg. $0,13549 - 3$ $0,18825 - 7$ $0,65718 - 8$)

und die Formel 2), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers F :

$$V = 1 + 0,0013628 t + 0,00000042502 t^2 + 0,000000033084 t^3 \quad (II)$$

(Lgg. $0,13444 - 3$ $0,62841 - 7$ $0,51962 - 8$).

Das Mittel aus beiden ist:

$$V = 1 + 0,00136446 t + 0,00000013538 t^2 + 0,000000039248 t^3 \quad (III)$$

(Lgg. $0,13496 - 3$ $0,13156 - 7$ $0,59382 - 8$)

Folgende Tabelle giebt die Endresultate beider Versuchsreihen und das aus ihnen im Mittel folgende wahre Volum für Ameisenäther:

Temp.	Wahres Volum.			Temp.	Wahres Volum.		
	I.	II.	III (Mitt.)		I.	II.	III (Mitt.)
0°	1,00000	1,00000	1,00000	30°	1,04207	1,04216	1,04211
5	1,00684	1,00682	1,00683	35	1,04957	1,04964	1,04960
10	1,01368	1,01370	1,01369	40	1,05730	1,05731	1,05730
15	1,02060	1,02065	1,02062	45	1,06531	1,06520	1,06525
20	1,02762	1,02769	1,02766	50	1,07370	1,07334	1,07347
25	1,03476	1,03486	1,03481	55	1,08223	1,08174	1,08199

Die Ausdehnung des Ameisenäthers ist früher von Pierre untersucht worden. 1 Volum bei 0° erfüllt:

	bei 25°	bei 55°
nach meiner Formel III:	1,03481	1,08199
nach Pierre's Formel '):	1,03502	1,08329.

113) Das specifische Gewicht des Ameisenäthers fand ich:
mit App. I 0,92544 für 15°,7
- - II 0,92548 - -

Im Mittel 0,92546 für 15°,7; d. i. reducirt: 0,94474 für 0°.

Früher bestimmten:

Pierre 0,93565 für 0°; d. i. red.: 0,93565 für 0°
Kopp (früher) 0,9188 - 17; - - - 0,9394 - -
Liebig 0,912 ?

Meine neuere Bestimmung differirt von der Pierre's um 1 Procent. — Ich halte meine neuere Bestimmung für genauer als meine frühere, weil die von dem Ameisenäther am schwierigsten fern zu haltende Verunreinigung, Aether, das specifische Gewicht leicht zu klein erscheinen lassen kann. Nach dieser neueren Bestimmung des specifischen Gewichts und der Ausdehnung ist das specifische Volum des Ameisenäthers:

bei 0°: 78,328 (für A.G.H=1) od. 979,10 (für A.G.O=100)
bei 54°,9: 84,738 - - - - - 1059,2 - - - - -

Essigholzäther (essigsäures Methyloxyd; $C_6H_5O_4$).

114) Essigholzäther stellte ich dar durch Destillation von 7 Theilen entwässerten Bleizuckers, $1\frac{1}{2}$ Holzgeist und

1) A. n. O. S 384, Pierre's Formel ist:

$$V = 1 + 0,001325204736811 t + 0,000002862484685 t^2 + 0,000000006618006 t^3.$$

2½ Schwefelsäurehydrat, Waschen des Destillats mit Kalkmilch, Zusammenstellenlassen mit (mit wiederholt erneuertem) Chlorcalcium, Abgießen der Flüssigkeit und Rectification derselben.

0,4813 des Destillats gaben mir bei der Analyse 0,8533 Kohlensäure und 0,3575 Wasser; d. i.:

	Gefunden.	Berechnet nach $C_6H_6O_4$.
Kohlenstoff	48,35	48,65
Wasserstoff	8,25	8,11
Sauerstoff	43,40	43,24.

115) Bei der Siedepunktsbestimmung, (corrigirt) B.St. 748^{mm},3, zeigte Thermometer 6:

		Corr. f. d. Scala.	Reduc. auf 760 ^{mm} B. St.
mit der Kugel in der Flüssigkeit, schwankend	56°,3 bis 56,5	56,5 bis 56,7	56,9 bis 57,1
mit der Kugel im Dampf, constant	53,7	55,9	56,3.

Der Siedepunkt des Essigholzäthers liegt nach diesen Beobachtungen für 760^{mm} B.St. bei 56°,3. Frühere Bestimmungen ergaben:

	(Uncorr.) B St.		Red. auf 760 ^{mm} B.St.
Kopp (früher)	55°,7	757 ^{mm} (Platin zugegen)	55°,8
Löwig	56°,2	730	57°,3
Dumas u. Pél.	58	762	57°,9
Pierre	59°,5	761 (Glasstücke zugeg.)	59°,5.

Keine dieser Beobachtungen ist meines Wissens für die herausragende Thermometerröhre corrigirt; bei allen tauchte die Thermometerkugel in die Flüssigkeit.

116) Die Ausdehnung des Essigholzäthers bestimmte ich in zwei Versuchsreihen:

Erste Versuchsreihe. Thermometer 9 und Dilatometer A.

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.
1	0°,0	6185,7	6	17°,6	6330,1
2	6,5	6237,2	7	18,7	6339,4
3	9,1	6258,1	8	22,5	6372,7
4	9,7	6263,0	9	23,4	6380,8
5	11,5	6278,0	10	28,0	6421,5

Mit einer kleineren Quantität des Essigäthers wurde weiter beobachtet:

11	28°,3	6192,9	19	42°,6	6324,3	—
12	29,1	6200,5	20	45,3	6349,6	+
13	29,8	6206,2	21	47,1	6366,8	—
14	32,9	6234,8	22	48,3	6377,5	—
15	33,7	6242,3	23	48,9	6382,9	+
16	37,8	6279,5	24	50,5	6399,6	+
17	38,8	6288,9	25	52,6	6418,8	+
18	39,3	6292,6				+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 5, aus 6 bis 10, aus den Combinationen 11 und 16, 12 und 17, 13 und 18, 14 und 19 und 15 und 20, und aus den Combinationen 11 und 21, 12 und 22, 13 und 23, 14 und 24 und 15 und 25, so findet man für das scheinbare Volum des Essigholzäthers in Dilatometer A die Formel:

$$v = 6186,5 + 7,5406 t + 0,036485 t^2 - 0,00017182 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,0012189 t + 0,0000058976 t^2 - 0,000000027773 t^3 \quad (1)$$

$$(Lgg. \quad 0,08597 - 3 \quad 0,77067 - 6 \quad 0,44363 - 8).$$

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	0°,0	0,99987	1,00000	6	17°,6	1,02321	1,02313
2	6,5	1,00820	1,00816	7	18,7	1,02471	1,02467
3	9,1	1,01157	1,01156	8	22,5	1,03010	1,03009
4	9,7	1,01237	1,01235	9	23,4	1,03141	1,03139
5	11,5	1,01479	1,01476	10	28,0	1,03799	1,03814

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobacht.	berechnet
11	() und 16	(-) 28°,2 und 37°,8	1,03844	1,05296	1,05300
12	() - 17	(-) 29,1 - 38,8	1,03978	1,05460	1,05455
13	() - 18	(+) 29,8 - 39,3	1,04083	1,05532	1,05532
14	() - 19	(-) 32,9 - 42,6	1,04549	1,06050	1,06048
15	() - 20	(+) 33,7 - 45,3	1,04672	1,06471	1,06474
11	() - 21	(-) 28,2 - 47,1	1,03844	1,06760	1,06759
12	() - 22	(-) 29,1 - 48,3	1,03978	1,06946	1,06950
13	() - 23	(+) 29,8 - 48,9	1,04083	1,07046	1,07045
14	() - 24	(+) 32,9 - 50,5	1,04549	1,07312	1,07301
15	() - 25	(+) 33,7 - 52,6	1,04672	1,07632	1,07639

117) *Zweite Versuchsreihe.* Thermometer 2 und Dilatometer *F*.

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.
1	0°,0	3714,7	9	23°,2	3829,9
2	4,2	3735,1	10	27,7	3854,1
3	15,8	3742,3	11	35,7	3898,0
4	10,3	3764,0	12	36,0	3899,6
5	11,7	3771,3	13	42,4	3936,3
6	17,5	3800,9	14	44,0	3945,3
7	18,5	3806,6	15	44,4	3947,7
8	22,3	3825,2			

Mit einer kleineren Quantität Essigholzäther wurde weiter beobachtet:

16	29°,6	3730,7	21	51°,3	3851,0	—
17	30,0	3732,3	22	52,9	3861,1	—
18	31,5	3740,0	23	54,2	3867,9	+
19	32,2	3744,1	24	54,3	3868,7	+
20	33,1	3749,2	25	62,3	3917,7	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 5, aus 6 bis 10, aus 11 bis 15, und aus den Combinationen 16 und 21, 17 und 22, 18 und 23, 19 und 24 und 20 und 25, so findet man für das scheinbare Volum des Essigholzäthers in Dilatometer *F* die Formel:

$$V = 3714,4 + 4,7893 t + 0,007195 t^2 + 0,000075437 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,0012894 t + 0,0000019370 t^2 + 0,000000020309 t^3 \quad (2)$$

(Lsgg. 0,11038 — 3 0,28714 — 6 0,30769 — 8)

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	0°,0	1,00008	1,00000	9	23°,2	1,03110	1,03120
2	4°,2	1,00557	1,00541	10	27°,7	1,03761	1,03764
3	5°,8	1,00751	1,00755	11	35°,7	1,04943	1,04942
4	10°,3	1,01335	1,01351	12	36°,0	1,04986	1,04988
5	11°,7	1,01532	1,01539	13	42°,4	1,05974	1,05970
6	17°,5	1,02329	1,02326	14	44°,0	1,06216	1,06221
7	18°,5	1,02482	1,02464	15	44°,4	1,06281	1,06285
8	22°,3	1,02983	1,02994				

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobacht.	berechn.
16 ()	und 21 (—)	29°,6 und 51°,3	1,04040	1,07395	1,07399
17 ()	- 22 (—)	30°,0 - 52°,9	1,04097	1,07691	1,07664
18 ()	- 23 (+)	31°,5 - 54°,2	1,04317	1,07884	1,07880
19 ()	- 24 (+)	32°,2 - 54°,3	1,04424	1,07899	1,07897
20 ()	- 25 (+)	33°,1 - 62°,3	1,04554	1,09253	1,09276

118) Die Formel 1), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *A*, giebt für das wahre Volum des Essigholzäthers den Ausdruck:

$$V = 1 + 0,0012426 t + 0,0000059266 t^2 - 0,000000027633 t^3 \quad (I)$$

(Lgg. 0,09433 — 3 0,77280 — 6 0,44143 — 8)

und die Formel 2), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *F*:

$$V = 1 + 0,0013132 t + 0,0000019677 t^2 + 0,000000020355 t^3 \quad (II)$$

(Lgg. 0,11833 — 3 0,29396 — 6 0,30867 — 8).

Das Mittel aus beiden ist:

$$V = 1 + 0,0012779 t + 0,0000039471 t^2 - 0,000000003639 t^3 \quad (III)$$

(Lgg. 0,10650 — 3 0,59628 — 6 0,56098 — 9).

Folgende Tabelle enthält die Endresultate beider Versuchsreihen, und das aus ihnen im Mittel folgende wahre Volum für Essigholzäther:

Temp.	V _{wahres} Volum.			Temp.	V _{wahres} Volum.		
	I.	II.	III. (Mitt.)		I.	II.	III. (Mitt.)
0°	1,00000	1,00000	1,00000	30°	1,04186	1,04172	1,04179
5	1,00636	1,00662	1,00649	35	1,04957	1,04924	1,04940
10	1,01299	1,01335	1,01317	40	1,05741	1,05698	1,05719
15	1,01988	1,02021	1,02004	45	1,06541	1,06492	1,06517
20	1,02700	1,02721	1,02710	50	1,07350	1,07312	1,07331
25	1,03433	1,03438	1,03435	55	1,08167	1,08156	1,08161

Die Ausdehnung des Essigholzäthers ist früher von Pierre untersucht worden. 1 Volum bei 0° erfüllt:

	bei 25°	bei 55°
nach meiner Formel III	1,03435	1,08161
nach Pierre's Formel ')	1,03429	1,08079.

119) Das spec. Gewicht des Essigholzäthers fand ich:
mit App. I 0,9373 für 15°,6
- - II 0,9374 - - -

Im Mittel 0,93735 für 15°,6; d. i. red.: 0,95620 für 0°.

Frühere Bestimmungen sind:

Dumas u. Pél. 0,919 für 22°; d. i. red.: 0,9447 für 0°.
Kopp (früher) 0,9085 - 21 ; - - - 0,9328 - -
Pierre 0,8668 - 0 ; - - - 0,8668 - -

Meine neuere Bestimmung differirt von der Dumas's und Péligot's um 1,3, von meiner früheren um 2,5 Procent. Pierre's Angabe ist von allen anderen so verschieden, daß nicht wohl zu glauben ist, die von ihm angegebene Zahl sey richtig. Ich vermuthe, daß hier ein Irrthum in der Aufzeichnung der Beobachtung stattgefunden hat.

Nach meiner neueren Bestimmung des specifischen Gewichts und der Ausdehnung ist das specifische Volum des Essigholzäthers:

bei 0° 77,390 (für A.G.H=1) od. 967,36 (für A.G.O=100)
- 56 ,3 83,872 - - - - - 1048,4 - - - - -

Essigäther (Essigsäures Aethyloxyd; $C_2H_5O_2$).

120) Essigäther bereitete ich durch Destillation von 10 Th. entwässerten Bleizuckers mit 4 Th. Alkohol und 4 Th. Schwefelsäurehydrat. Das Destillat wurde mit Kalkmilch und wiederholt mit sehr vielem Wasser gewaschen, mit öfters erneuertem Chlorcalcium zusammengestellt, abgossen, recti-

1) A. a. O. Seite 387. Pierre's Formel ist:

$$F = 1 + 0,001295954262601 t + 0,000002909820130 t^2 + 0,000000004256971 t^3.$$

ficirt, der zuerst übergehende Theil, welcher Aether enthalten könnte, besonders aufgefangen, was hernach übergang wiederum mit Chlorcalcium zusammengebracht, abgessen und rectificirt.

Von 0,3807 des Destillats erhielt ich bei der Analyse 0,7568 Kohlensäure und 0,3263 Wasser; d. i.:

	Gefunden.	Berechnet nach $C_8H_8O_3$.
Kohlenstoff	54,22	54,55
Wasserstoff	9,52	9,09
Sauerstoff	36,26	36,36.

121) Bei der Siedepunktsbestimmung, (corrig.) B.St. 744^{mm},9, zeigte Thermometer 6:

Corr. f. d. Reduc. auf
Scala 760^{mm} B.St.

mit der Kugel in der Flüssigkeit sowohl,
als in dem Dampf

73°,4 73,7 74,3.

Der Siedepunkt des Essigäthers ist hiernach für 760^{mm} - B.St. 74°,3. Frühere Bestimmungen sind:

	(Uncorr.) B.St.	Red. auf 760 ^{mm} B.St.
Thénard	71°	71°,4
Dumas und Boullay	74	74.

Bei diesen Beobachtungen tauchte die Thermometerkugel in die Flüssigkeit; keine der Angaben ist für die herausragende Thermometerröhre corrigirt.

122) Ueber die Ausdehnung des Essigäthers habe ich zwei Versuchsreihen angestellt.

Erste Versuchsreihe. Thermometer 3 und Dilatometer E:

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.
1	0°,0	4679,6	7	22°,7	4817,1
2	4,8	4706,4	8	24,9	4831,2
3	6,1	4714,0	9	27,2	4846,7
4	10,1	4739,3	10	32,7	4883,0
5	13,6	4760,6	11	33,1	4884,5
6	18,9	4793,1	12	37,1	4911,8

Mit einer kleineren Quantität Essigäther wurde weiter beobachtet:

No.

No.	Temp.	Scheinb. Vol.		No.	Temp.	Scheinb. Vol.	
13	41°,1	4708,6	—	21	63°,4	4864,8	+
14	42°,4	4717,4	—	22	63°,4	4865,2	+
15	44°,9	4733,4	+	23	67°,5	4896,3	—
16	45°,1	4735,2	—	24	68°,4	4902,5	—
17	45°,5	4737,6	+	25	69°,1	4907,7	+
18	55°,2	4806,1	—	26	70°,1	4915,0	+
19	56°,7	4815,7	+	27	71°,7	4927,9	+
20	57°,4	4821,3	—				

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 6, aus 7 bis 12, aus den Combinationen 13 und 18, 14 und 20, 15 und 21, 16 und 20, 17 und 22 und 15 und 19, und aus den Combinationen 13 und 23, 14 und 24, 15 und 25, 16 und 24, 17 und 26, und 17 und 27, so findet man für das scheinbare Volum des Essigäthers in Dilatometer E die Formel:

$$v = 4679,5 + 5,7173 t + 0,0145254 t^2 + 0,000017614 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00122177 t + 0,0000031041 t^2 + 0,0000000037640 t^3 \quad (1)$$

$$(Lgg. \quad 0,08699 - 3 \quad 0,49193 - 6 \quad 0,57565 - 9).$$

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	0°,0	1,00002	1,00000	7	22°,7	1,02940	1,02937
2	4°,8	1,00575	1,00594	8	24°,9	1,03242	1,03240
3	6°,1	1,00737	1,00757	9	27°,2	1,03573	1,03561
4	10°,1	1,01278	1,01266	10	32°,7	1,04349	—
5	13°,6	1,01733	1,01720	11	33°,1	1,04381	+
6	18°,9	1,02428	1,02423	12	37°,1	1,04964	+

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.			bei		wie	zu	
						beobacht.	berechn.
13	(—)	und 18 (—)	41°,1	und 55°,2	1,05571	1,07757	1,07753
14	(—)	- 20 (—)	42,4	- 57,4	1,05767	1,08096	1,08107
15	(+)	- 21 (+)	44,9	- 63,4	1,06146	1,09093	1,09090
16	(—)	- 20 (—)	45,1	- 57,4	1,06176	1,08106	1,08107
17	(+)	- 22 (+)	45,5	- 63,4	1,06237	1,09098	1,09090
15	(+)	- 19 (+)	44,9	- 56,7	1,06146	1,07992	1,07794
13	(—)	- 23 (—)	41,1	- 67,5	1,05571	1,09779	1,09777
14	(—)	- 24 (—)	42,4	- 68,4	1,05767	1,09917	1,09929
15	(+)	- 25 (+)	44,9	- 69,1	1,06146	1,10055	1,10048
16	(—)	- 24 (—)	45,1	- 68,4	1,06176	1,09927	1,09929
17	(+)	- 26 (+)	45,5	- 70,1	1,06237	1,10215	1,10220
17	(+)	- 27 (+)	45,5	- 71,7	1,06237	1,10504	1,10495

123) *Zweite Versuchsreihe.* Thermometer 9 und Dilatometer *D*.

No.	Temp.	Scheinb. Vol.	No.	Temp.	Scheinb. Vol.
1	0°,0	4691,0	7	22°,5	4827,5
2	4,7	4717,8	8	24,7	4841,4
3	6,0	4725,9	9	26,9	4856,1
4	10,1	4750,1	10	34,7	4908,4
5	13,8	4771,9	11	38,6	4934,6
6	18,9	4804,0	12	39,4	4939,9

Mit einer kleineren Quantität Essigäther wurde weiter beobachtet:

13	41°,5	4705,3	—	22	58°,5	4822,9	+
14	42,2	4710,5	—	23	62,3	4850,1	+
15	45,7	4732,2	+	24	64,1	4861,9	+
16	46,5	4737,7	—	25	66,1	4879,6	—
17	47,0	4741,4	+	26	67,4	4887,9	+
18	48,4	4752,1	+	27	69,9	4909,6	—
19	54,0	4790,2	—	28	72,7	4929,7	—
20	55,9	4804,5	—	29	72,8	4929,6	+
21	57,7	4817,8	—	30	74,8	4944,8	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 6, aus 7 bis 12, aus den Combinationen 13 und 19, 14 und 20, 15 und 22, 16 und 21, 17 und 23 und 18 und 24, und aus den Combinationen 13 und 25 14 und 27, 15 und 26, 16 und 28, 17 und 29 und 18 und 30, so findet man für das scheinbare Volum des Essigäthers in Dilatometer *D* die Formel:

$$V = 4689,1 + 6,0001 t + 0,0057248 t^2 + 0,00092512 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00127959 t + 0,0000012209 t^2 + 0,000000019729 t^3 \quad (2)$$

$$(\text{Lgg. } 0,10707 - 3 \quad 0,08667 - 6 \quad 0,29511 - 8).$$

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum	No.	Temp.	Scheinbares Volum
		beob.			beob.
1	0°,0	1,00041	7	22°,5	1,02952
2	4,7	1,00612	8	24,7	1,03248
3	6,0	1,00785	9	26,9	1,03561
4	10,1	1,01301	10	34,7	1,04677
5	13,8	1,01766	11	38,6	1,05236
6	18,9	1,02450	12	39,4	1,05349

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobacht.	berechn.
13	(-) und 19	(-) 41°,5 und 54°,0	1,05661	1,07567	1,07577
14	(-) - 20	(-) 42,2 - 55,9	1,05765	1,07876	1,07880
15	(+) - 22	(+) 45,7 - 58,5	1,06291	1,08328	1,08300
16	(-) - 21	(-) 46,5 - 57,7	1,06412	1,08211	1,08168
17	(+) - 23	(+) 47,0 - 62,3	1,06489	1,08930	1,08923
18	(+) - 24	(+) 48,4 - 64,1	1,06703	1,09168	1,09224
13	(-) - 25	(-) 41,5 - 66,1	1,05661	1,09575	1,09561
14	(-) - 27	(-) 42,2 - 69,9	1,05765	1,10235	1,10215
15	(+) - 26	(+) 45,7 - 67,4	1,06291	1,09788	1,09783
16	(-) - 28	(-) 46,5 - 72,7	1,06412	1,10724	1,10706
17	(+) - 29	(+) 47,0 - 72,8	1,06489	1,10716	1,10723
18	(+) - 30	(+) 48,4 - 74,8	1,06703	1,11030	1,11080

124) Die Formel 1), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers E , giebt für das wahre Volum des Essigäthers den Ausdruck:

$$V = 1 + 0,00124595 t + 0,0000031325 t^2 + 0,0000000038363 t^3 \quad (I)$$

$$(Lgg. \quad 0,09519 - 3 \quad 0,49589 - 6 \quad 0,58391 - 9)$$

und die Formel 2), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers D :

$$V = 1 + 0,00130256 t + 0,0000012503 t^2 + 0,000000019757 t^3 \quad (II)$$

$$(Lgg. \quad 0,11479 - 3 \quad 0,09701 - 6 \quad 0,29572 - 8).$$

Das Mittel aus beiden ist:

$$V = 1 + 0,0012738 t + 0,0000021914 t^2 + 0,000000011797 t^3 \quad (III)$$

$$(Lgg. \quad 0,10510 - 3 \quad 0,34072 - 6 \quad 0,07177 - 8).$$

Folgende Tabelle giebt die Endresultate der beiden Versuchsreihen und das aus ihnen im Mittel folgende wahre Volum für Essigäther:

Temp.	V _{wahres} Volum.			Temp.	V _{wahres} Volum.		
	I.	II.	III (Mitt.)		I.	II.	III (Mitt.)
0°	1,00000	1,00000	1,00000	40°	1,05506	1,05536	1,05521
5	1,00631	1,00654	1,00642	45	1,06272	1,06294	1,06283
10	1,01276	1,01318	1,01297	50	1,07056	1,07073	1,07064
15	1,01939	1,01989	1,01964	55	1,07860	1,07871	1,07865
20	1,02618	1,02671	1,02644	60	1,08681	1,08692	1,08686
25	1,03315	1,03365	1,03340	65	1,09521	1,09537	1,09529
30	1,04027	1,04074	1,04050	70	1,10382	1,10409	1,10395
35	1,04758	1,04797	1,04778	75	1,11262	1,11305	1,11284

125) Das specifische Gewicht des Essigäthers fand ich:

mit App. I 0,89260 für 15°,9; d. i. reducirt: 0,91048 für 0°
 - - II 0,89277 - 15°,7; - - - 0,91044 - -

Im Mittel 0,91046 für 0°

Frühere Bestimmungen sind:

Thénard 0,866 für 7°; d. i. reducirt: 0,874 für 0°

Liebig 0,89 - 15; - - - 0,907 - -

Thénard's Beobachtung wurde wahrscheinlich an einem Präparat gemacht, welches mit Aether verunreinigt war.

Nach meiner Bestimmung des specifischen Gewichts und der Ausdehnung ist das specifische Volum des Essigäthers: bei 0°: 96,654 (für A.G.H=1) od. 1208,2 (für A.G.O=100)
 bei 74°,3: 107,44 - - - - - 1343,0 - - - - -

Butterholzäther ¹⁾ (buttersaures Methyloxyd; $C_{10}H_{16}O_4$).

126) Butterholzäther bereitete ich durch Destillation von buttersaurem Natron mit eben so viel Schwefelsäure und halb so viel Holzgeist; das zuerst Uebergehende wurde wiederholt zurückgegossen, sodann dem Destillat Wasser zugesetzt, der oben aufschwimmende Aether mit Kalkmilch gewaschen und mit Chlorcalcium getrocknet. Die von dem Chlorcalcium abgeglichene Flüssigkeit kam bei 85° in's Sieden; der Siedepunkt stieg rasch bis 91,3, von wo an er sich nur langsam änderte. Das Thermometer zeigte 92,1, als die Kugel desselben frei von Flüssigkeit geworden war, und stieg dann noch (die Kugel im Dampf) bis 94°,5, wo es sich sehr constant erhielt. (Diese Angaben sind weder corrigirt für die herausragende Thermometerröhre, noch für den B.St.)

0,2976 des Destillats gaben mir bei der Analyse 0,6314 Kohlensäure und 0,2601 Wasser; d. i.:

	Gefunden.	Berechnet nach $C_{10}H_{16}O_4$.
Kohlenstoff	57,86	58,82
Wasserstoff	9,71	9,80
Sauerstoff	32,43	31,38.

1) Die drei Flüssigkeiten, deren Untersuchung jetzt folgt, standen mir nur

127) Bei der Siedepunktsbestimmung dieses Destillats, (corrigirt) B.St. 736^{mm},4, zeigte Thermometer 6 successive:

		Corr. f. d. Scala.	Reduc. auf 760 ^{mm} B.St.
mit der Kugel in der Flüssigkeit, bei anfangendem Sieden	85°,7	86°,2	87°,1
rasch steigend bis	90°,4	91°,0	91°,9
dann sehr langsam steigend bis	91°,3	91°,9	92°,8
mit der Kugel halb im Dampf	92°,6	93°,2	94°,1
mit der Kugel ganz im Dampf, sehr constant	94°,3	95°,0	95°,9.

Nach diesen Beobachtungen ist der Siedepunkt des Butterholzäthers für 760^{mm} B.St. zu 95°,9 zu setzen. Pelouze und Gélis Angabe, er sey gegen 102°, ist zu hoch.

128) Die Ausdehnung des Butterholzäthers habe ich in zwei Versuchsreihen untersucht.

Erste Versuchsreihe. Thermometer 3 und Dilatometer B:

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No	Temp.	Scheinb. Volum.	
1	7°,1	3569,8	6	40°,7	3721,3	+
2	8°,3	3574,9	7	50°,2	3768,6	—
3	13°,4	3596,4	8	51°,8	3776,4	+
4	21°,5	3632,3	9	55°,6	3795,9	+
5	38°,5	3710,6	—			

Mit einer kleineren Quantität Butterholzäther wurde weiter beobachtet:

No.	Temp.	Scheinb. Volum.		No.	Temp.	Scheinb. Volum.	
10	51° 0	3604,6	—	18	75° 0	3727,7	+
11	52,1	3610,2	—	19	83,7	3775,2	—
12	53,5	3616,8	—	20	85,6	3786,5	—
13	54,3	3620,9	+	21	86,0	3789,0	—
14	60,9	3654,0	+	22	86,2	3790,2	—
15	71,3	3707,7	—	23	87,3	3796,0	+
16	72,5	3713,5	+	24	87,6	3797,7	+
17	74,6	3725,4	—	25	88,0	3800,7	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 4, aus 5 bis 9, aus den

in verhältnißmäßig kleiner Quantität zu Gebot, und ich konnte deshalb eine Reinigung durch fractionirte Destillation, wie sie wünschenswerth gewesen wäre, nicht vornehmen.

Combinationen 10 und 15, 11 und 17, 12 und 19, 13 und 16, 14 und 18, und aus den Combinationen 10 und 20, 11 und 21, 12 und 22, 13 und 23, 14 und 24, und 14 und 25, so findet man für das scheinbare Volum des But-
terholzäthers in Dilatometer *B* die Formel:

$$V = 3539,2 + 4,2258 t + 0,004309 t^2 + 0,0004739 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00119403 t + 0,0000012175 t^2 + 0,000000013390 t^3 \quad (1)$$

(*Lgg* 0,07701 — 3 0,08548 — 6 0,12679 — 8).

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beob-
achtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	7°,1	1,00865	1,00854	6	40°,7	1,05145	+
2	8,3	1,01009	1,01000	7	50,2	1,06482	—
3	13,4	1,01616	1,01625	8	51,8	1,06702	+
4	21,5	1,02631	1,02636	9	55,6	1,07253	+
5	38,5	1,04843	—				

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobacht.	berechn.
10	(—) und 15	(—)	51°,0 und 71°,3	1,06584	1,09633
11	(—) — 17	(—)	52,1 — 74,6	1,06740	1,10146
12	(—) — 19	(—)	53,5 — 83,7	1,06941	1,11625
13	(+)	(+)	54,3 — 72,5	1,07057	1,09795
14	(+)	(+)	60,9 — 75,0	1,08026	1,10205
10	(—)	(—)	51,0 — 85,6	1,06584	1,11963
11	(—)	(—)	52,1 — 86,0	1,06740	1,12026
12	(—)	(—)	53,5 — 86,2	1,06941	1,12068
13	(+)	(+)	54,3 — 87,3	1,07057	1,12238
14	(+)	(+)	60,9 — 87,6	1,08026	1,12274
14	(+)	(+)	60,9 — 88,0	1,08026	1,12363

129) *Zweite Versuchsreihe.* Thermometer 2 und Dila-
tometer *C*:

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.
1	6°,9	3906,8	6	38°,4	4061,6
2	8,1	3912,1	7	50,5	4126,2
3	13,1	3935,5	8	52,7	4138,5
4	21,3	3974,9	9	57,1	4163,7
5	37,5	4055,9			

Mit einer kleineren Quantität Butterholzäther wurde weiter beobachtet:

No.	Temp.	Scheinb. Volum.		No.	Temp.	Scheinb. Volum.	
10	50°,7	3926,8	—	19	72°,9	4051,4	+
11	52,9	3939,4	—	20	76,3	4070,7	+
12	54,0	3944,4	—	21	85,5	4126,1	—
13	54,8	3949,2	+	22	86,7	4133,8	+
14	61,2	3984,2	+	23	90,2	4156,9	—
15	71,2	4040,8	—	24	92,1	4168,8	—
16	71,6	4043,3	—	25	92,2	4169,2	+
17	72,4	4048,1	—	26	92,3	4169,4	+
18	72,7	4049,6	+	27	94,6	4184,2	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 4, aus 5 bis 9, aus den Combinationen 10 und 16, 11 und 17, 12 und 21, 13 und 19, 14 und 20 und 14 und 22, und aus den Combinationen 10 und 21, 11 und 23, 15 und 24, 13 und 25, 14 und 26 und 18 und 27, so findet man für das scheinbare Volum des Butterholzäthers in Dilatometer C die Formel:

$$v = 3875,6 + 4,4463 t + 0,0090864 t^2 + 0,000023952 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00114726 t + 0,0000023445 t^2 + 0,0000000061801 t^3 \quad (2)$$

$$(Lgg. \quad 0,05966 - 3 \quad 0,37005 - 6 \quad 0,79100 - 9).$$

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum		
		beobacht.	berechn.			beobacht.	berechn.	
1	6°,9	1,00805	1,00803	6	38°,4	1,04799	+	1,04786
2	8,1	1,00942	1,00944	7	50,5	1,06466	—	1,06472
3	13,1	1,01546	1,01544	8	52,7	1,06783	+	1,06787
4	21,3	1,02562	1,02556	9	57,1	1,07434	+	1,07430
5	37,5	1,04652	—					

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei		wie	zu	
					beobacht.	berechnet.
10	(-) und 16 (-)	50°,7	und 71°,6	1,06501	1,09661	1,09643
11	(-) - 17 (-)	52,9	- 72,4	1,06816	1,09763	1,09770
12	(-) - 21 (-)	54,0	- 85,5	1,06976	1,11904	1,11909
13	(+) - 19 (+)	54,8	- 72,9	1,07093	1,09864	1,09850
14	(+) - 20 (+)	61,2	- 76,3	1,08041	1,10387	1,10392

No.		bei		wie	zu	
					beobach.	berechn.
14	(+) und 22 (+)	61°,2	und 86°,7	1,08041	1,12098	1,12112
10	(-) - 21 (-)	50,7	- 85,5	1,06501	1,11906	1,11909
11	(-) - 23 (-)	52,9	- 90,2	1,06816	1,12713	1,12710
15	(-) - 24 (-)	71,2	- 92,1	1,09580	1,13051	1,13038
13	(+) - 25 (+)	54,8	- 92,2	1,07093	1,13059	1,13055
14	(+) - 26 (+)	61,2	- 92,3	1,08041	1,13063	1,13072
18	(+) - 27 (+)	72,7	- 94,6	1,09816	1,13466	1,13474

130) Die Formel 1), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *B*, giebt für das wahre Volum des Butterholzäthers den Ausdruck:

$$V = 1 + 0,00121956 t + 0,0000012480 t^2 + 0,000000013421 t^3 \quad (I)$$

$$(Lgg. \quad 0,08620 - 3 \quad 0,09621 - 6 \quad 0,12778 - 8)$$

und die Formel 2), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *G*:

$$V = 1 + 0,00117174 t + 0,0000023726 t^2 + 0,0000000062375 t^3 \quad (II)$$

$$(Lgg. \quad 0,06883 - 3 \quad 0,37522 - 6 \quad 0,79502 - 9).$$

Das Mittel aus beiden ist:

$$V = 1 + 0,00119565 t + 0,0000018103 t^2 + 0,0000000098292 t^3 \quad (III)$$

$$(Lgg. \quad 0,07760 - 3 \quad 0,25775 - 6 \quad 0,99252 - 9).$$

Folgende Tabelle enthält die Endresultate beider Versuchsreihen und das aus ihnen im Mittel folgende wahre Volum für Butterholzäther:

Temp.	Vvabres Volum.			Temp.	Vvabres Volum		
	I.	II.	III (Mitt.)		I.	II	III (Mitt.)
0°	1,00000	1,00000	1,00000	55°	1,07308	1,07266	1,07287
5	1,00613	1,00592	1,00603	60	1,08056	1,08019	1,08037
10	1,01234	1,01197	1,01216	65	1,08823	1,08789	1,08806
15	1,01862	1,01813	1,01837	70	1,09608	1,09579	1,09594
20	1,02500	1,02443	1,02471	75	1,10415	1,10385	1,10400
25	1,03148	1,03077	1,03113	80	1,11242	1,11211	1,11226
30	1,03807	1,03746	1,03776	85	1,12092	1,12057	1,12074
35	1,04479	1,04419	1,04449	90	1,12965	1,12923	1,12944
40	1,05164	1,05107	1,05135	95	1,13863	1,13807	1,13835
45	1,05863	1,05810	1,05836	100	1,14786	1,14714	1,14750
50	1,06578	1,06530	1,06554				

131) Das spec. Gewicht des Butterholzäthers fand ich:
mit App. I 0,9046 für 15°,5

- - II 0,9044 - - -

Im Mittel 0,9045 für 15°,5; d. i. reduc.: 0,92098 für 0°.

Hiernach ist das specifische Volum des Butterholzäthers:
 bei 0° 110,75 (für A. G. H=1) od. 1384,4 (für A. G. O=100)
 - 95°,9 126,26 - - - - - 1578,2 - - - - -

Butteräther (Buttersaures Aethyloxyd; $C_{12}H_{22}O_4$).

132) Butteräther bereitete ich nach Pelouze und Gé-
 li's Methode, durch Mischen von Weingeist, Buttersäure
 und Schwefelsäurehydrat. Ausser dem unmittelbar sich oben
 abscheidenden Butteräther erhält man noch etwas desselben
 durch fractionirte Destillation der unteren Schicht Flüssig-
 keit. — Der so erhaltene Butteräther wurde mit Kalkmilch
 gewaschen, mit (wiederholt erneuertem) Chlorcalcium ge-
 trocknet, abgossen und rectificirt. Das Sieden begann
 bei 96°; das Thermometer stieg schnell bis 109°,4, und än-
 derte dann seinen Stand nur langsam. Was jetzt überging
 wurde besonders aufgefangen. Als die Flüssigkeit im Destil-
 lationsgefäß sich so weit verringert hatte, daß die Kugel
 des Thermometers sich im Dampf befand, zeigte dieses 112°,6.
 (Diese Temperaturangaben sind weder für die herausra-
 gende Thermometerröhre noch für den B.St. corrigirt.)

0,5262 des bei einer höheren Temperatur als 109°,4
 übergangenen Destillats gaben mir bei der Analyse 1,1780
 Kohlensäure und 0,4855 Wasser; d. i.:

	Gefunden.	Berechnet nach $C_{12}H_{22}O_4$.
Kohlenstoff	61,06	62,07
Wasserstoff	10,25	10,34
Sauerstoff	28,69	27,59.

133) Bei der Siedepunktsbestimmung für dieses Destil-
 lat, (corr.) B. St. 755^{mm},9, zeigte Thermometer 6 successive:

Corr. f. d. Reduc. auf
 Scala 760^{mm} B. St.

mit der Kugel in der Flüssigkeit, bei an-
 fangendem Sieden

106°,2 107°,3 107°,5

rasch steigend bis

110°,9 112°,0 112°,2

wo es anscheinend constant blieb;

bei längerem Sieden stieg es aber

Corr. f. d. Red. auf
Scala. 760^{mm} B.St.

noch langsam, und zeigte bei der letzten Beobachtung	113°,0	114°,1	114°,3
dann, als noch mehr Flüssigkeit abdestillirt war,			
mit der Kugel im Dampf	113,5	114,6	114,8.

Lerch und Pelouze und Gélis geben als den Siedepunkt des Butteräthers (wohl ohne alle Correction) 110° an. Diese Angabe erinnert an diejenige unter den obigen Beobachtungen, wo der Siedepunkt constant zu seyn schien, aber es nicht war. — Nach den vorstehenden Versuchen ist der Siedepunkt des Butteräthers für 760^{mm} B.St. 114°,8.

134) Ueber die Ausdehnung des Butteräthers habe ich viele Versuche angestellt, ohne zu einem ganz genügenden Resultat zu kommen. Ich will hier nur diejenigen speciel-
ler mittheilen, welche mir der Wahrheit sich am meisten zu nähern scheinen. Uebrigens zeigt wohl gerade das Folgende, wie nützlich es ist, sich nie mit Einer Versuchsreihe zu begnügen, sondern mehrere von einander ganz unabhängige anzustellen; man nimmt so Fehlerquellen wahr, die bei Einer Versuchsreihe verborgen geblieben wären.

Bei einer ersten Versuchsreihe über die Ausdehnung des eben besprochenen Destillats machte ich (mit Thermometer 9 und Dilatometer G) 21 Beobachtungen für Temperaturen zwischen 11° und 104°; vollständig berechnet, geben diese die (für die Glasausdehnung corrigirte) Formel:

$$V = 1 + 0,00124459 t + 0,00000083709 t^2 + 0,000000012234 t^3 \quad (1)$$

(Lgg. 0,09503 — 3 0,92278 — 7 0,08757 — 8)

nach welcher V für 50° = 1,06585, für 90° = 1,12772, für 115° = 1,17281.

Bei einer zweiten Versuchsreihe bildete sich, als die Temperatur auf etwa 100° gestiegen war, in der Dilatometerkugel ein Dampfbläschen (es war das einzige Mal, dafs dieses statt hatte). Ich liefs deshalb alle hier angestellten Versuche unberechnet.

Bei einer dritten Versuchsreihe machte ich (mit Thermometer 3 und Dilatometer E) 21 Beobachtungen für Temperaturen zwischen 13° und 104°; vollständig berechnet,

gaben diese die (für die Glasausdehnung corrigirte) Formel:

$$V = 1 + 0,00126628 t + 0,000000063615 t^2 + 0,000000018423 t^3 \quad (\text{III})$$

(Lgg. 0,10253 - 3 0,80356 - 8 0,26536 - 8).

nach welcher V für $50^\circ = 1,06577$, für $90^\circ = 1,12792$, für $115^\circ = 1,17448$.

Da diese beiden Formeln zu verschiedene Resultate für das Volum in der Nähe des Siedepunkts gaben, stellte ich eine vierte Versuchsreihe an (mit Thermometer 8 und Dilatometer B). 20 Beobachtungen für Temperaturen zwischen 10° und 106° gaben, vollständig berechnet, die (für die Glasausdehnung corrigirte) Formel:

$$V = 1 + 0,00112504 t + 0,0000027816 t^2 + 0,000000026336 t^3 \quad (\text{IV})$$

(Lgg. 0,05117 - 3 0,44430 - 6 0,42055 - 9)

nach welcher V für $50^\circ = 1,06353$; für $90^\circ = 1,12570$; für $115^\circ = 1,17018$.

Obgleich bei der Ableitung jeder Formel die Beobachtungen und die Berechnungen sehr genügend stimmten, differirten also doch die Endresultate so bedeutend, daß eine Fehlerquelle vorhanden seyn mußte. Die Beobachtungen über den Siedepunkt und die bei der zweiten Versuchsreihe wahrgenommene Bildung eines Dampfbläschens leiteten auf die Vermuthung, daß dem Butteräther eine flüchtigere Substanz (wahrscheinlich Aether) beigemischt sey, die durch Erhitzung bis zu 110° noch nicht vollständig davon geschieden worden war. Je nachdem bei der Füllung eines Dilatometers die Flüssigkeit mehr oder weniger oft und lange zum Sieden gebracht wurde, konnte die in der Kugel des Dilatometers enthaltene Flüssigkeit mehr oder weniger von der flüchtigeren Substanz enthalten, und danach eine verschiedene Ausdehnung zeigen.

Ich destillirte also von dem Butteräther langsam so viel ab, daß der Rückstand gerade noch zur Füllung zweier Dilatometer hinreichte. Die beiden Versuchsreihen (fünfte und sechste) gaben Resultate, welche von den früher erhaltenen bedeutend verschieden waren. Auch unter sich selbst wichen diese neueren Resultate noch so stark ab, daß man auch sie nur für annähernd richtig halten durfte; ich nahm unten das Mittel aus den Ergebnissen beider Ver-

suchsreihen, obgleich sie ziemlich verschieden sind, weil sie wahrscheinlich unter einander weniger abweichen, als von der Wahrheit.

Die beiden Versuchsreihen, wo die oben besprochene Fehlerquelle zwar nicht ganz entfernt, aber doch möglichst vermindert war, gaben folgende Resultate:

135) *Fünfte Versuchsreihe.* Thermometer 6 und Dilatometer B:

No.	Temp.	Scheinbares Volum.	No.	Temp.	Scheinbares Volum.
1	15°,3	3566,4	7	46°,0	3701,8
2	19,5	3583,7	8	46,7	3704,8
3	22,7	3597,9	9	59,9	3768,6
4	35,0	3651,4	10	60,8	3772,2
5	41,7	3681,9	11	62,2	3779,7
6	42,5	3685,1	12	66,1	3799,9

Mit einer kleineren Quantität Butteräther wurde weiter beobachtet:

13	74°,6	3595,4	—	17	105°,8	3759,7	+
14	78,9	3616,5	+	18	105,8	3760,6	—
15	81,3	3627,6	+	19	108,7	3776,2	+
16	103,0	3744,3	—				

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 4, aus 5 bis 8, aus 9 bis 12, und aus den Combinationen 13 und 16, 14 und 17, 13 und 18 und 15 und 19, so findet man für die scheinbare Ausdehnung des Butteräthers in Dilatometer B die Formel:

$$\mathfrak{B} = 3504,4 + 3,9565 t + 0,0060662 t^2 + 0,000024465 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00112903 t + 0,0000017310 t^2 + 0,000000069813 t^3 \quad (5)$$

(Lgg. 0,05270 — 3 0,23830 — 6 0,84394 — 9).

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum	No.	Temp.	Scheinbares Volum
		beob.			beob.
1	15°,3	1,01760	7	46°,0	1,05633
2	19,5	1,02263	8	46,7	1,05718
3	22,7	1,02866	9	59,9	1,07539
4	35,0	1,04195	10	60,8	1,07642
5	41,7	1,05065	11	62,2	1,07856
6	42,5	1,05157	12	66,1	1,08432

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobachtet	berechnet.
13	(-) und 16 (-)	74°,6 und 103°,0	1,09675	1,14217	1,14228
14	(+) - 17 (+)	78,9 - 105,8	1,10329	1,14698	1,14710
13	(-) - 18 (-)	74,6 - 105,8	1,09675	1,14714	1,14710
15	(+) - 19 (+)	81,3 - 108,7	1,10698	1,15233	1,15215

136) *Sechste Versuchsreihe.* Thermometer 8 und Dilatometer F.

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.	
1	12°.0	3702.0	7	46°.5	3860.9	—
2	15.7	3718.5	8	47.0	3863.4	+
3	19.7	3736.1	9	61.3	3934.7	—
4	23.3	3751.8	10	62.9	3943.4	—
5	42.7	3842.6	11	63.6	3947.3	+
6	43.2	3844.7	12	65.7	3957.6	+

Mit einer kleineren Quantität Butteräther wurde weiter beobachtet:

13	74°,9	3733,6	-	17	104°,8	3898,8	-
14	77,4	3746,9	-	18	105,6	3903,1	+
15	78,7	3753,1	+	19	109,4	3926,5	-
16	79,6	3757,9	+	20	111,1	3936,7	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 4, aus 5 bis 8, aus 9 bis 12, und aus den Combinationen 13 und 17, 14 und 19, 15 und 18 und 16 und 20, so findet man für das scheinbare Volum des Butteräthers in Dilatometer F die Formel:

$$v = 3649,8 + 4,2994 t + 0,0030325 t^2 + 0,000044067 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,00117798 t + 0,00000083086 t^2 + 0,000000012074 t^3 \quad (6)$$

(Lgg. 0,07114 - 3 0,91953 - 7 0,08184 - 8).

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	12°,0	1,01430	1,01428	7	46°,5	1,05784	— 1,05779
2	15,7	1,01882	1,01874	8	47,0	1,05852	+ 1,05846
3	19,7	1,02379	1,02362	9	61,3	1,07806	— 1,07811
4	23,3	1,02795	1,02803	10	62,9	1,08044	— 1,08038
5	42,7	1,05282	1,05276	11	83,6	1,08151	+ 1,08139
6	43,2	1,05340	+ 1,05341	12	65,7	1,08433	+ 1,08411

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobacht.	berechn.
13 (—) und 17 (—)		74°,9 und 104°,8	1,09796	1,14634	1,14648
14 (—) - 19 (—)		77,4 - 109,4	1,10176	1,15457	1,15462
15 (+) - 18 (+)		78,7 - 105,6	1,10374	1,14785	1,14788
16 (+) - 20 (+)		79,6 - 111,1	1,10512	1,15770	1,15769

137) Die Formel 5), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *B*, giebt für das wahre Volum des Butteräthers den Ausdruck:

$$V = 1 + 0,00115456 t + 0,0000017598 t^2 + 0,0000000070255 t^3 \quad (V)$$

(Lgg. 0,06242 - 3 0,24546 - 6 0,84668 - 9)

und die Formel 6), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers *F*:

$$V = 1 + 0,00120179 t + 0,0000008389 t^2 + 0,000000012094 t^3 \quad (VI)$$

(Lgg. 0,07982 - 3 0,93394 - 7 0,08257 - 8).

Das Mittel aus beiden ist:

$$V = 1 + 0,00117817 t + 0,0000013093 t^2 + 0,000000009560 t^3 \quad (VII)$$

(Lgg. 0,07121 - 3 0,11704 - 6 0,98046 - 9).

Folgende Tabelle enthält die Endresultate der fünften und sechsten Versuchsreihe, und das aus ihnen im Mittel folgende wahre Volum für Butteräther:

Temperat.	VVahres Volum.			Temperat.	VVahres Volum.		
	V.	VI.	VII (Mitt.)		V.	VI.	VII (Mitt.)
0°	1,00000	1,00000	1,00000	60°	1,07713	1,07780	1,07747
5	1,00581	1,00603	1,00592	65	1,08442	1,08506	1,08474
10	1,01174	1,01212	1,01193	70	1,09185	1,09248	1,09216
15	1,01774	1,01826	1,01800	75		1,10006	1,09975
20	1,02385	1,02448	1,02417	80	1,10723	1,10783	1,10753
25	1,03007	1,03077	1,03042	85	1,11516	1,11581	1,11548
30	1,03641	1,03715	1,03678	90	1,12328	1,12394	1,12361
35	1,04287	1,04363	1,04325	95	1,13158	1,13229	1,13193
40	1,04945	1,05021	1,04983	100	1,14008	1,14086	1,14047
45	1,05616	1,05692	1,05654	105	1,14876	1,14966	1,14921
50	1,06301	1,06375	1,06338	110	1,15764	1,15868	1,15816
55	1,06999	1,07071	1,07035	115	1,16674	1,16795	1,16735

138) Das specifische Gewicht des Butteräthers fand ich:
mit App. I 0,8906 für 13°,0

- - II 0,8907 - - -

Im Mittel 0,89065 für 13°,0; d. i. red. nach VII: 0,90412
für 0°.

Diese Beobachtungen waren an dem oben (132) beschriebenen Destillat angestellt. Nach dem mittleren Resultat derselben und nach der Ausdehnung wie sie durch Formel VII gegeben ist, ist das spec. Volum des Butteräthers:

bei 0° 128,30 (für A. G. H=1) od. 1603,8 (für A. G. O=100)
bei 114,8 149,73 - - - - - 1871,6 - - - - -

Valerianholzäther (Valeriansaures Methoxyd; $C_{12}H_{12}O_4$).

139) Valerianholzäther bereitete ich theils durch Destillation von valeriansaurem Natron mit Schwefelsäure und Holzgeist, theils (weil nach der vorhergehenden Darstellungsart, wenn auch wiederholt cohobirt wird, viel Valeriansäure frei bleibt, indem der Holzgeist früher überdestillirt) durch Auflösen von Valeriansäure in Holzgeist, Durchleiten von Salzsäuregas bis zur Sättigung und Abscheiden des Valerianholzäthers durch Zusatz von Wasser. Das auf beiderlei Art gewonnene Präparat wurde mit kohlensaurem Natron gewaschen, und mit Chlorcalcium getrocknet. Die von den Chlorcalcium abgegossene Flüssigkeit kam bei 108° in's Sieden; der Siedepunkt stieg schnell bis 114°,5, dann während des Ueberdestillirens langsam bis 118°. (Die Kugel des Thermometers tauchte in die Flüssigkeit; die Temperaturangaben sind nicht corrigirt.)

0,4123 des Destillats gaben mir 0,9252 Kohlensäure und 0,3834 Wasser; d. i.:

	Gefunden.	Berechnet nach $C_{12}H_{12}O_4$.
Kohlenstoff	61,20	62,07
Wasserstoff	10,33	10,34
Sauerstoff	28,47	27,59.

140) Bei der Siedepunktsbestimmung für dieses Destillat, (corrig.) B.St. 744^{mm},4, zeigte Thermometer 6:

	Corr. f. d. Scala	Reduc. auf 760 ^{mm} B. St.
mit der Kugel in der Flüssigkeit, bei anfangendem Sieden	108°,0	109°,2
stieg rasch bis	114,4	116,2

und hielt sich hier constant. Die geringe Quantität Valerianholzäther, die ich hatte, war Ursache, daß ich die Bestimmung des Siedepunkts im Dampf unterliefs. — Nach obiger Beobachtung ist also der Siedepunkt des Valerianholzäthers für 760^{mm} B.St. 116°,2; ich hatte früher dafür 114° bis 115° beobachtet für 756^{mm} B.St. (diese Beobachtung war nicht corrigirt für die herausragende Thermometerröhre.)

141) Die Ausdehnung des Valerianholzäthers untersuchte ich in zwei Versuchsreihen.

Erste Versuchsreihe. Thermometer 8 und Dilatometer F:

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.
1	5°,5	3703,0	5	48°,6	3893,3
2	7,6	3711,7	6	49,0	3895,1
3	9,2	3718,5	7	59,4	3946,1
4	12,9	3733,8	8	59,8	3948,0

Mit einer kleineren Quantität Valerianholzäther wurde weiter beobachtet:

9	59°,4	3732,6	—	13	94°,6	3911,7	—
10	61,0	3740,7	—	14	95,7	3917,2	+
11	61,8	3744,5	+	15	101,3	3949,6	—
12	64,1	3754,4	+	16	104,1	3966,0	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 4, aus 3 bis 6, aus 5 bis 8, und aus den Combinationen 9 und 13, 10 und 15, 11 und 14 und 12 und 16, so findet man für das scheinbare Volum des Valerianholzäthers in Dilatometer F die Formel:

$$V = 3680,8 + 4,0283 t + 0,0058635 t^2 + 0,000024962 t^3$$

oder, das Volum bei 0° = 1 gesetzt:

$$v = 1 + 0,0010944 t + 0,0000015929 t^2 + 0,0000000067816 t^3 \quad (1)$$

(Lgg. 0,03917 — 3 0,20220 — 6 0,83133 — 9).

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beobacht.	berechn.			beobacht.	berechn.
1	5°,5	1,00603	1,00607	5	48°,6	1,05773	—
2	7,6	1,00840	1,00841	6	49,0	1,05822	+
3	9,2	1,01024	1,01021	7	59,4	1,07208	—
4	12,9	1,01440	1,01441	8	59,8	1,07259	+

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobacht.	berechnet.
9 (—)	und 13 (—)	59°,4 und 94°,6	1,07205	1,12349	1,12353
10 (—)	- 15 (—)	61,0 - 101,3	1,07423	1,13422	1,13426
11 (+)	- 14 (+)	61,8 - 95,7	1,07531	1,12490	1,12526
12 (+)	- 16 (+)	64,1 - 104,1	1,07849	1,13927	1,13883

142) *Zweite Versuchsreihe.* Thermometer 6 und Dilatometer B.

No.	Temp.	Scheinb. Volum.	No.	Temp.	Scheinb. Volum.
1	9°,2	3565,8	5	47°,8	3730,8
2	12,8	3580,0	6	48,1	3732,1
3	17,8	3600,0	7	60,8	3791,9
4	25,3	3631,4	8	61,1	3793,2

Mit einer kleineren Quantität Valerianholzäther wurde weiter beobachtet:

9	58°,4	3618,5	—	13	92°,4	3785,2	—
10	60,5	3628,6	—	14	93,5	3790,3	+
11	61,0	3630,5	+	15	95,9	3803,6	—
12	65,7	3652,5	+	16	96,7	3808,0	+

Nimmt man als Bedingungsgleichungen die Summen der Bedingungsgleichungen aus 1 bis 3, aus 4 bis 6, aus 7 und 8, und aus den Combinationen 9 und 13, 10 und 15, 11 und 14 und 12 und 16, so findet man für das scheinbare Volum des Valerianholzäthers in Dilatometer B die Formel:

$$v = 3529,3 + 3,8774 t + 0,0062180 t^2 + 0,000017156 t^3$$

oder, das Volum bei $0^\circ = 1$ gesetzt:

$$v = 1 + 0,0010986 t + 0,0000017618 t^2 + 0,0000000048609 t^3 \quad (2)$$

(Lgg. 0,04085 — 3 0,24596 — 6 0,68672 — 9).

Die Resultate dieser Formel, wie früher mit den Beobachtungen verglichen, sind:

No.	Temp.	Scheinbares Volum		No.	Temp.	Scheinbares Volum	
		beob.	berechn.			beob.	berechn.
1	9,2	1,01034	1,01026	5	47,8	1,05710	—
2	12,8	1,01437	1,01436	6	48,1	1,05746	+
3	17,8	1,02003	1,02015	7	60,8	1,07441	—
4	25,3	1,02893	1,02901	8	61,1	1,07477	+

Es verhalten sich die scheinbaren Volume:

No.		bei	wie	zu	
				beobacht.	berechnet.
9	(—) und 13	(—)	58°,4 und 92°,4	1,07114	1,12048
10	(—) - 15	(—)	60,5 - 95,9	1,07400	1,12580
11	(+) - 14	(+)	61,0 - 93,5	1,07468	1,12198
12	(+) - 16	(+)	65,7 - 96,7	1,08116	1,12719

143) Die Formel 1), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers F , giebt für das wahre Volum des Valerianholzäthers den Ausdruck:

$$V = 1 + 0,0011182 t + 0,0000016190 t^2 + 0,0000000068195 t^3 \quad (I)$$

(Lgg. 0,04852 - 3 0,20925 - 6 0,83375 - 9)

und die Formel 2), corrigirt für die Glasausdehnung des Dilatometers B :

$$V = 1 + 0,0011241 t + 0,0000017898 t^2 + 0,0000000049059 t^3 \quad (II)$$

(Lgg. 0,05081 - 3 0,25280 - 6 0,69072 - 9).

Das Mittel aus beiden ist:

$$V = 1 + 0,00112115 t + 0,0000017044 t^2 + 0,0000000058627 t^3 \quad (III)$$

(Lgg. 0,04967 - 3 0,23157 - 6 0,76810 - 9).

Folgende Tabelle enthält die Endresultate beider Versuchsreihen, und das aus ihnen im Mittel folgende wahre Volum für Valerianholzäther:

Temp.	VWahres Volum.			Temp.	VWahres Volum.		
	I.	II.	III. (Mitt.)		I.	II.	III. (Mitt.)
0°	1,00000	1,00000	1,00000	65°	1,08139	1,08198	1,08168
5	1,00563	1,00567	1,00565	70	1,08854	1,08914	1,08884
10	1,01135	1,01142	1,01138	75	1,09585	1,09645	1,09615
15	1,01715	1,01728	1,01721	80	1,10331	1,10389	1,10360
20	1,02306	1,02324	1,02315	85	1,11094	1,11150	1,11122
25	1,02908	1,02930	1,02919	90	1,11872	1,11925	1,11898
30	1,03519	1,03546	1,03532	95	1,12668	1,12715	1,12691
35	1,04141	1,04175	1,04158	100	1,13483	1,13522	1,13503
40	1,04776	1,04813	1,04794	105	1,14315	1,14344	1,14330
45	1,05422	1,05466	1,05444	110	1,15167	1,15184	1,15175
50	1,06081	1,06129	1,06105	115	1,16037	1,16040	1,16038
55	1,06753	1,06806	1,06779	120	1,16927	1,16914	1,16920
60	1,07439	1,07495	1,07467				

144) Das spec. Gewicht des Valerianholzäthers fand ich:
mit App. I 0,88662 für 15°,3; d. i. red.: 0,90155 für 0°.

II 0,88687 - 15°,0; - - - 0,90150 - -

Im Mittel 0,901525 für 0°.

Früher fand ich: 0,8806 für 16°; d. i. reducirt 0,8960 für 0°.

Nach meiner neueren Bestimmung des specifischen Gewichts und der Ausdehnung ist das specifische Volum des Valerianholzäthers:

bei 0° 128,66 (für A.G.H=1) od. 1608,4 (für A.G.O=100)
- 116,2 149,58 - - - - - 1869,8 - - - - -

Uebersicht der Resultate der Ausdehnungsversuche.

145) Ich will diesen Aufsatz nicht noch mehr verlängern durch die Discussion der Folgerungen aus den in dem Vorstehenden mitgetheilten Beobachtungen, welche die Gesetzmäßigkeiten in dem specifischen Volum, dem Siedepunkt und der Ausdehnung durch die Wärme betreffen; ich werde diese Folgerungen in einer besonderen Abhandlung besprechen. Hinsichtlich der Ausdehnung durch die Wärme erscheint es mir zweckmäßig, die von mir erhaltenen Resultate (ich betrachte als solche die im Mittel aus den verschiedenen Versuchsreihen gefundenen) noch in der Art darzustellen, daß die Volumsveränderung sichtbar wird, welche gleich große Volume der verschiedenen Flüssigkeiten bei ihren respectiven Siedepunkten durch Abkühlung um gleichviel Grade erleiden.

In der folgenden Tabelle ist das Volum einer jeden Flüssigkeit bei ihrem Siedepunkt = 10000 gesetzt, und weiter angegeben, wie groß das Volum bei 5, 10 allgemein bei D° unter dem Siedepunkt ist. Der Siedepunkt ist genommen, wie ihn die im Vorstehenden mitgetheilten Versuche direct ergaben; ich setze diesen beobachteten Siedepunkt (den Ausgangspunkt für jede Columnne der Tabelle also, oder die Temperatur, welcher in der entsprechenden Columnne das Volum 10000 zukommt) der chemischen Formel jeder Substanz eingeklammert bei.

[illegible]

Essigsäure. $C_2H_4O_4$ (117°3).	Buttersäure. $C_4H_6O_4$ (157°9).	Ameisencolizäther. $C_4H_4O_4$ (33°4).	Ameisencäther. $C_6H_8O_4$ (54°9).	Essigholizäther. $C_6H_6O_4$ (56°3).	Essigäther. $C_8H_{10}O_4$ (74°3).	Butterholizäther. $C_{10}H_{10}O_4$ (95°9).	Butteräther. $C_{12}H_{12}O_4$ (114°8).	Valerianholizäther. $C_{12}H_{12}O_4$ (116°2).	D.
10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	0
9935	9933	9922	9921	9923	9921	9922	9921	9926	5
9872	9867	9846	9845	9848	9843	9845	9845	9852	10
9810	9803	9773	9772	9774	9767	9770	9770	9781	15
9750	9739	9702	9701	9701	9694	9698	9697	9711	20
9690	9677	9632	9631	9631	9622	9626	9626	9642	25
9632	9616	9564	9564	9562	9552	9557	9556	9575	30
9576	9556	9497	9498	9495	9484	9489	9488	9509	35
9520	9497	—	9433	9429	9417	9423	9422	9445	40
9466	9439	—	9369	9365	9352	9358	9356	9381	45
9412	9382	—	9306	9303	9288	9295	9293	9320	50
9359	9326	—	9243	9243	9226	9234	9231	9259	55
9307	9271	—	—	—	9165	9173	9170	9202	60
9256	9217	—	—	—	9105	9114	9110	9141	65
9207	9164	—	—	—	9046	9056	9052	9084	70
9157	9112	—	—	—	8988	8999	8994	9028	75
9108	9060	—	—	—	—	8943	8938	8973	80
9059	9009	—	—	—	—	8889	8882	8919	85
9012	8959	—	—	—	—	8834	8828	8866	90
8964	8909	—	—	—	—	8782	8774	8814	95
8917	8860	—	—	—	—	—	8721	8763	100
8870	8812	—	—	—	—	—	8669	8712	105
8823	8765	—	—	—	—	—	8618	8663	110
8777	8718	—	—	—	—	—	8567	8614	115
8731	8671	—	—	—	—	—	—	—	120
—	8625	—	—	—	—	—	—	—	125
—	8579	—	—	—	—	—	—	—	130
—	8534	—	—	—	—	—	—	—	135
—	8489	—	—	—	—	—	—	—	140
—	8445	—	—	—	—	—	—	—	145
—	8401	—	—	—	—	—	—	—	150
—	8357	—	—	—	—	—	—	—	155
—	8313	—	—	—	—	—	—	—	160