II.

*Tafel über die Geschwindigkeit des Schalls nach
Theorie und Erfahrung, für alle Wärmegrade
von -10° bis $+30^{\circ}$ R.*

vom

DOCTOR BENZENBERG,

I.

Nach Hrn. D i o t verhält sich das Gewicht der trockenen Luft bei 0° R. Wärme und 28 Zoll Druck, auf dem 45ten Breiten-Grade, am Ufer der See, zu dem Gewichte einer gleich großen Queckfilbermaße, wie 1 zu 10495. — Nach der Tabelle von d'Au-
b u i s s o n über die mittlere Wärme und Feuchtigkeit aller Monate des Jahres, vermindert letztere im Durchschnitt das Gewicht unserer atmosphärischen Luft um 0,0029, das Gewicht der trockenen Luft $= 1$ gesetzt. Man kann daher, ohne merklich zu irren, annehmen, daß das specifische Gewicht von Luft und Queckfilber gewöhnlich sehr nahe wie 1 zu 10525 ist.

Diese Zahl mit $2\frac{1}{2}$ par. Fuß multiplicirt, giebt die Höhe einer Luftsäule, die, bei gleicher Dichtigkeit 28 Zoll Queckfilber das Gleichgewicht hält. Diese beträgt folglich 24558 par. Fuß.

Da die Dichtigkeit der Luft sich verhält wie der Druck, und dieser wie die Länge der Queckfilber-

säule, der sie das Gleichgewicht hält, so ist diese Zahl *beständig dieselbe*. Wird die Luft z. B. nur mit 14 Zoll gedrückt, so ist sie nur halb so dicht, ihr specif. Gewicht ist dann nur $\frac{1}{2}$ von dem des Quecksilbers, und es hält wiederum eine Luftsäule von 24558 Fuß Höhe der wider sie drückenden Luftsäule das Gleichgewicht. Wir wollen deswegen die Zahl 24558 eine *beständige* nennen.

2.

Auf dem 45ten Grade der Breite ist die Länge des Secundenpendels 44c,4 p. Linien. Da sich die Pendellängen gegen einander verhalten, wie die Quadrate der Schwingungszeiten, so wird ein Pendel von 24558 Fuß 89,62 Zeit-Sekunden zu einer Schwingung und 179,24 Sekunden zu einer doppelten Schwingung brauchen.

Da sich der Durchmesser eines Kreises sehr nahe zu seinem Umfange verhält wie 1 zu 3,1416, so wird ferner ein Kreis, dessen Halbmesser jene beständige Zahl 24558 ist, einen Umfang von 154302 Fuß haben.

3.

Newton hat gezeigt, daß man auf die wellenförmige Bewegung des Schalls in der Luft die Gesetze des Pendels anwenden könne, und daß in der Zeit, in welcher ein Pendel von der Länge der beständigen Zahl (24558) eine hin und her gehende Schwingung mache, (also in 179,24 Sekunden) der Schall in der Luft den Umfang des Kreises durchlaufe, von dem jene beständige Zahl der Radius sey. Hiernach

wäre also die Geschwindigkeit des Schalls in einer Sekunde $\frac{15430^2}{179,24} = 861$ par. Fuß *).

Zugleich zeigte Neuton, daß sich in zwei elastischen Flüssigkeiten die Geschwindigkeit des Schalls verhalten müsse, wie die Quadrat-Wurzeln aus ihren Elasticitäten.

4.

Die Erfahrungen der französischen Akademiker geben eben so, wie die meinigen, die Geschwindigkeit des Schalls für 0° R. bis auf ein paar Zoll übereinstimmend zu 1027 Fuß in 1 Sekunde **). Hier- nach ist folgende Tabelle berechnet, die in keinem vollständigen Lehrbuche der Physik fehlen sollte, da sie die genaue Bestimmung einer so merkwürdigen Thatfache enthält. Bei ihr ist die Ausdehnung für die Luft zu $\frac{1}{217}$ und fürs Quecksilber $\frac{1}{2375}$ für jeden Grad der Reaum. Skale zum Grunde gelegt.

Die Einrichtung der Tabelle erklären die Ueberschriften. Die erste und zweite Columnne kommen beim Höhenmessen mit dem Barometer vor. Multi- plicirt man die Differenz der natürlichen Logarith- men mit der beständigen Zahl, welche für die mitt- lere Temperatur der Luft gilt, so erhält man die

*) Neuton selbst fand 906 p. Fuß für 1 Sek., weil er die Luft für viel dünner hielt, als sie ist. In den spätern Ausga- ben seiner Werke hat man sie für noch dünner gehalten und 916 Fuß genommen. Biot setzt (*Annal.* B. 18. S. 395.) 915 par. Fuß. Hr. Prof. Gilbert findet B. 5. S. 400. der *N. F.* der *Annal.* 857,5 p. Fuß. Diese Angabe ist zu klein, da das spec. Gewicht der Luft bei 28 Zoll Druck zu $\frac{1}{217}$ an- genommen ist. Dieses wiegt trockene Luft beim Druck von 0,76 Meter, das heißt von 28 Zoll 1 Linie. *Benzenberg.*

**) *Annalen N. F. B. 5.* (1810. St. 8.) S. 401. A. G.

Berghöhe, wenn man vorher die Quecksilberfäule auf diese Temperatur reducirt hat.

Wärme nach der Rm. Sk.	Dichtigkeit der Luft.	Beständige Zahl. par. Fufs.	Geschwind. nach der Theorie. par. Fufs.	d. Schalls. nach der Erfahrung. par. Fufs.	Unter- schied in par. Fufs.
— 10°	1 : 10055	23462	841,5	1003,8	162
9	10102	23572	843,5	1006,1	163
8	10149	23682	845,5	1008,5	163
7	10197	23792	847,4	1010,8	163
6	10244	23902	849,4	1013,2	164
5	10291	24012	851,4	1015,5	164
4	10338	24121	853,3	1017,8	164
3	10349	24231	855,2	1020,1	165
2	10432	24340	857,2	1022,4	165
1	10478	24450	859,1	1024,7	165
0	10525	24559	861,0	1027,0	166
+ 1° R	1 : 10572	24669	862,9	1029,3	166
2	10619	24778	864,9	1031,6	166
3	10666	24887	866,7	1033,8	167
4	10713	24997	868,6	1036,1	167
5	10760	25106	870,6	1038,4	167
6	10806	25215	872,4	1040,6	168
7	10853	25324	874,3	1042,9	168
8	10900	25433	876,1	1046,0	168
9	10948	25542	878,1	1047,3	169
10	10993	25651	879,9	1049,5	169
11	1 : 11040	25760	881,8	1052,0	170
12	11087	25869	883,7	1054,2	170
13	11133	25978	885,5	1056,5	171
14	11180	26087	887,3	1058,7	171
15	11227	26195	889,3	1061,0	172
16	11273	26304	891,1	1063,1	172
17	11320	26413	892,9	1065,3	173
18	11366	26521	894,8	1067,5	173
19	11413	26630	896,6	1069,7	173
20	11459	26738	898,4	1072,0	173
21	1 : 11506	26847	900,2	1074,3	174
22	11552	26955	902,0	1076,4	174
23	11599	27063	903,8	1078,6	174
24	11645	27172	905,6	1080,8	175
25	11691	27280	907,5	1083,0	175
26	11738	27388	909,2	1085,2	176
27	11784	27496	911,0	1087,4	176
28	11830	27604	912,8	1089,6	177
29	11877	27712	914,6	1091,7	177
30	11925	27820	916,3	1093,8	

5.

Ich wünsche, daß das hier Mitgetheilte Veranlassung zur Berichtigung der Zahlen geben möge, welche Herr Biot in seinen Untersuchungen über die Fortpflanzung des Schalls in der Luft in diesen *Annalen* B. 18. (J. 1804. St. 12.) S. 395. mitgetheilt hat. Er setzt dort für die Geschwindigkeit des Schalls nach der Theorie 915 Fuß und nach der Erfahrung 1038, ohne den Wärmegrad zu bemerken, für den dieses gelten soll. Man sieht indeß, daß bei dieser Rechnung bedeutend unrichtige Elemente müssen zum Grunde gelegt seyn, weil der Unterschied zwischen Theorie und Erfahrung nur 125 Fuß ist, statt daß er 167 seyn sollte. Zwar waren damals die genauen Abwiegungen der Luft noch nicht bekannt, womit dieser thätige Physiker uns später beschenkt hat, allein aus de Luc's Barometermessungen wußte man doch damals schon, daß für die Temperatur von 5° (für welche die Akademiker 1038 p. Fuß fanden) die beständige Zahl sehr nahe 24750 p. F. und die Ausdehnung der Luft nahe $\frac{1}{17}$ sey, welches nach der Tafel eine Geschwindigkeit von 863, statt von 915 par. Fuß giebt.

Die unrichtigen Zahlen von Biot haben Herrn Prechtl in Wien veranlaßt, in den *Annalen* B. 21. S. 449. die Newton'sche Theorie durch Berechnung der festen Theile, die in der Luft sind, zu retten. Er findet dort, nach seiner Rechnung, die Geschwindigkeit des Schalls zu 1026 Fuß, und bemerkt, daß dieses Resultat nur 12 Fuß von der Er-

fahrung abweiche, die 1038 par. Fuß gebe. Hätte er statt 915 die richtige Zahl 861 genommen, so würde er nach seiner Rechnung die Geschwindigkeit des Schalls zu 965 Fuß gefunden haben, welches beim Gefrierpunkte 62 Fuß von der Erfahrung abweicht.

Ich glaube, daß man wohl thut, eine gewisse Genauigkeit bei diesen Zahlenangaben zu beobachten, da der Schall eine so scharf bestimmte Geschwindigkeit hat, die sich zugleich mit einer solchen Genauigkeit beobachten läßt, daß die Ungewißheit nicht den tausendsten Theil des Ganzen beträgt. Eine Genauigkeit, deren die wenigsten Versuche in der Naturlehre fähig sind, und die selbst bei den meisten geometrischen Messungen nicht erreicht wird. Im Cataster von Frankreich ist z. B. den Geometern nur eine Genauigkeit vom hundertsten Theil des Ganzen vorgeschrieben.