

V.

Schall-Versuche in Düsseldorf,

den 3. Dec. 1809 und den 8. Junius 1811.

Bei sehr niedrigen, und bei sehr hohen Temperaturen.

1.

Es sind jetzt zweihundert Jahre her, daß GASSENDI die ersten Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles angestellt, und sie zu 1473 Par. Fufs, in einer Sekunde gefunden hat. Auf ihn folgten MERSENNE, welcher diese Geschwindigkeit auf 1380 par. Fufs; die Florentiner Akademisten, welche sie auf 1185 par. Fufs, und GASSENDI und HUYGHENS, die sie auf 1172 par. Fufs bestimmt haben.

Die große Verschiedenheit in diesen Bestimmungen, hat ihren Grund in der Unvollkommenheit der Instrumente, deren man sich bei diesen Versuchen bedient, und in der Kleinheit der Standlinien, die man gebraucht hat, bei der die Fehler der Beobachtungen, einen sehr großen Einfluß auf das Resultat haben mußten.

FLAMSTEAD und DERHEM, welche diese Versuche in England wiederholten, fanden die Geschwindigkeit des Schalles nur zu 1070 par. Fufs, und LE CONDAMINE bestimmte sie aus Versuchen in Cajenne zu 1100 und aus Versuchen in QUITO zu 1050 par. Fufs. Diese Versuche waren mit vieler Sorgfalt angestellt worden, und die Resultate nähern sich schon bedeutend der Wahrheit.

Im Jahre 1737 unternahmen die Herren LA CAILLE, MARALDI und GASSINI Versuche dieser Art, nach einem weit größern Maafsstabe, in Frankreich, auf einer Standlinie von 87816 par. Fufs, und sie fanden die Geschwindigkeit des Schalles zu 1038 bis 1048 par. Fufs in einer Sekunde. Die Sorgfalt der Beobachter, und die Gröfse der Standlinie lassen glauben, daß diese Resultate, welche um 400 Fufs von denen GASSENDI's abweichen, die genauesten von allen sind. Die Versuche, welche im Jahre 1778 KÄSTNER und MAYER auf der Göttinger Sternwarte anstellten, haben die Geschwindigkeit des Schalles 1034 bis 1037 par. Fufs gegeben, und die spätern Versuche, welche ebendasselbst MÜLLER im Jahre 1791 mit der Tertien-Uhr des physikalischen Kabinet's unternommen hat, haben sie zu 1040 par. Fufs angegeben.

Da bei den ersten Versuchen die Standlinien nur etwas über 3000, und die letztern nur etwas über 8000 par. Fufs lang war, so ist dieses Zutreffen vielleicht nur zufällig, besonders da der constante Fehler der Tertien-Uhr nicht untersucht wurde.

2.

Die Tertien-Uhren von KLINDWORTH, PFAFFIUS und LINDSTEDT in Stockholm.

Die Tertien-Uhr, die ich bei den Versuchen über die Umdrehung der Erde hatte, war von KLINDWORTH in Göttingen. Es war die Tertien-Uhr der Sternwarte, welche KÄSTNER und MAYER gebraucht haben, und die mir Herr Hofrath HEYNE im Jahre 1802 nach Hamburg schickte, und für die Versuche über die Fallzeiten lich, die ich im dortigen St. Michaels - Thurme anstellte. Siehe: »Versuche über die Umdrehung der Erde, von J. F. Benzenberg. Dortmund bei den Gebrüdern Mallinkrott. 1804.«

Die Uhr ging 24 Minuten, und war in einem kupfernen Gehäuse. In den ersten 12 Minuten war ihr Gang ziemlich regelmässig, nemlich $1'' 5'''$ vor mittlerer Zeit. In der 20sten Minute blieb sie aber $1'' 33''$ zurück, und in jeder der folgenden Minuten um das Doppelte, Dreifache und Vierfache. Man musste daher alle Beobachtungen mit ihr in den ersten 12 Minuten des Aufzuges anstellen. Aber ausserdem hatte die Uhr einen beständigen Fehler von 9 bis 10 Tertien, welcher durch das Ausheben des Hakens entstand. Diesen musste man von jeder Beobachtung abziehen, um die wahre Zwischenzeit zu finden. Eine solche Uhr ist zu Schallmessungen wenig geeignet.

HUYGENS hat in seinem *Horologium Oscilatorium* eine Abhandlung über das rundgehende Pendel. Statt dass ein Pendel sonst hin und her geht, geht es rund. Diese Art Pendel scheint wenig in Gebrauch gekommen zu seyn, und man findet in Schriften über die Uhrmacherkunst ihrer nur wenig erwähnt.

Der Uhrmacher Herr PRAEFFIUS in Wesel machte uns Jahr 1803 eine Thurmuhre auf dem Schlosse Disfort, bei Wesel. Eine solche Uhr, welche sehr gut geht, kostet 240 Thaler Clevisch, oder 184 Thlr. Preuss. Courant.

Dann machte er noch eine Menge Haus-Uhren mit rundgehendem Pendel, und ich habe eine für das Physikalische Kabinet in Düsseldorf machen lassen. Sie schlägt nicht, und kostet mit der Säule 43 Thaler Preussisch.

Die gleichförmige Bewegung, die hieraus entsteht, liess mich vermuthen, dass zu Tertien-Uhren sie eben so sicher angewandt würden, als zu Haus-Uhren. Das Pendel hemmt nicht, wie bei unsern jetzigen Uhren, das Räderwerk durch Entgegenwirken, sondern treibt die Uhr fort, auch wenn sie kein Gewicht hat. Es bleibt dann erst stehen, wenn die Reibung auf den Schneiden, und der Wider-

stand der Luft gegen das Pendel machen, daß die Bewegung des Pendels aufhört. Unsere jetzigen Pendel-Uhren bleiben gleich stille stehen, sobald ihnen das Gewicht genommen wird. Nicht so diese.

Herr Director EICHELBERG in Wesel schrieb mir, »daß er, einmal gesehen, wie die Uhr Stunden lang ohne Gewicht »gegangen sey; ja, als Herr PFAFFIUS das Gewicht von 4 »Pfund auf die verkehrte Seite der Walze hing, so habe »das Pendel noch über eine Stunde fortgeschwungen und »das Gewicht gehoben, ehe die Uhr zu einem gänzlichen Stillstande kam. Die Kugel am Pendel wog bei diesen Versuchen 5 Pfund.«

Nur haben sie das Unangenehme, daß die Uhren sehr fest stehen müssen; viel fester als eine gewöhnliche Pendel-Uhr. Zu astronomischen Uhren ist sie seit 25 Jahren nicht angewendet worden. Man muß bei astronomischen Uhren den Sekundenschlag hören, und dieses ist die Ursache, daß sie nicht angewendet wird. Uebrigens ist diese Haus-Uhr sehr angenehm, denn man hört gar nicht das Gehen.

Ich liefs von Herrn PFAFFIUS eine Tertian-Uhr machen, die halbe Sekunden anzeigte. Sie war $1\frac{1}{4}$ Fufs hoch, und $\frac{1}{2}$ Fufs breit, und ihr Pendel wog 5 Pfund. In den Figuren 1, 2 u. 3 Tab. III. sind die 3 Theile, auf denen die Aufhängung beruht, auseinandergesetzt, vorgestellt. Die untere Platte A., liegt auf einem Träger F auf, und hat in ihrer Mitte eine Schneide, auf welcher die Platte B aufliegt, so daß sie ungehindert rechts und links sich schwingen kann. Auf der mittelsten Platte ruht oben eine an der Pendelstange D E befestigte Schneide, C. C. in einer Furche der Platte B., welche in der Zeichnung durch eine horizontale punktirte Linie ausgedrückt ist, und kann in dieser Furche sich frei vor- und rückwärts schwingen.

Das Hauptstück der Aufhängung ist die mittlere Platte B., welche Figur 2 im Aufrisse abgebildet ist. Man sieht hier, wie die beiden Einschnitte für die obere und untere Schneide sich in der Mitte kreuzen. Beide gehen bis auf die Mitte der Dicke dieser Platte, und hier, wo die Schneiden sich kreuzen, ist der eigentliche Aufhängepunkt des Pendels. Sowohl die Platte B., als auch die untere Platte A. ist in der Mitte durchbohrt, so daß die Pendelstange in ihren Schwingungen, von beiden Platten nicht gehindert wird.

Man sieht, daß diese Aufhängungsart viel Aehnlichkeit mit der Aufhängung des Compasses mit doppelten Bügeln hat.

Indem die Kugel am untern Ende des Pendels sich im Kreise herumschwingt, müssen die beiden Schneiden sich wechselseitig hin- und her wiegen, und die obere Spitze der Pendelstange, muß dieselbe kreisförmige Bewegung, als unten die Kugel annehmen.

Die Verbindung des Pendels mit dem Räderwerke der Uhr ist in Fig. 3. abgebildet. Sie stellt die obere Spitze der Pendelstange vor, so gezeichnet, als wenn das Pendel im Herumschwingen, und die Uhr im gehen sey, und C. ein Getriebe, dessen Kurbel K. einen Einschnitt hat, in welcher die Spitze S. eingreift. Indem das Pendel herumschwingt, dreht es diese Kurbel K. mit ihr das Getriebe, und durch dasselbe das Räderwerk, welches in das Getriebe greift.

Der krumme Arm bei K. hat inwendig eine Rille. In ihr dreht sich das Pendel. Das Getriebe G. löst sich um 1 Linie auf, und kommt, wenn das Pendel in Ruhe ist, mitten unter die Achse.

Unten am Boden hat die Uhr drei Schrauben, womit man sie so stellt, daß das Pendel und die Achse des Getriebes eine grade Linie machen.

Diese Tertien-Uhren bleiben immer am Gehen. So wie man den Blitz sieht, drückt man auf den Kopf, und der Tertien-Zeiger fängt an, rasch vorwärts zu gehen. So wie man den Schall hört, läßt man den Finger los, und der Tertien-Zeiger steht wieder stille.

Bei den Versuchen zu Ratingen, 2 Stunden von Düsseldorf, den 8. July 1811, war der Weg zwischen dem Blitz und dem Schall 29 Sekunden 94 Tertien. Der Tag wird in 100,000 Sekunden getheilt, da alles Dezimal ist. Die Sekunden und Tertien stehen stille, wenn nicht beobachtet wird. Ein zweiter Sekunden-Zeiger geht, so wie das Pendel, welches auch ungefähr 1 Stunde gehet. Die Ziffer-Scheibe liegt horizontal.

Ich habe eine Tertien-Uhr fürs hiesige physikalische Kabinet kommen lassen, und zwar im Jahre 1805. Der Preis ist 5 Louisdor. Eine zweite liefs ich 1807 durch den Uhrmacher Herrn PFAFFIUS machen. Ich schickte diese an das Institut nach Paris, wo der jetzt verstorbene BURKHARD Bericht über machte. Als ich sie wieder zurück erhielt, so schenkte ich sie dem General BERTHIER. Alle diese Uhren sind sehr gut gearbeitet, nur erfordern sie einen festen Stand.

Im Jahre 1824 erhielt ich eine Tertien-Uhr von LINDSTEDT in Stockholm. Sie hat $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, ist von Silber und kostet 5 Louisdor. Sie hat Nro. 520, und ein gradlinigtes Echapement. Ich habe sie noch nicht gebraucht, weil durch einen unglücklichen Schufs, den ich am 1. Februar 1824 erhielt, der Schlag mich rührte, und zwar an der rechten Seite. *)

*) Die 5 löthige Kugel einer Waldbüchse fuhr auf 600 Schritt, da ich vor der Scheibe stand, nahe am Hüftknochen vor-

3.

Den 5. November 1809 wurde hier zu Düsseldorf der Friede durch 50 Kanonenschüsse angezeigt. Ich ging mit einer Tertienuhr, die der Uhrmacher PFAFFIUS in Wessel verfertigt hat, nach dem Grafenberge, eine Stunde von der Stadt, wo ich eine freie Aussicht auf die Batterie des Eiskellers, bei Düsseldorf, hatte, von der 25 Schüsse geschahen. Die andern Schüsse kamen jenseit der Stadt her, und konnten nicht beobachtet werden. Die ersten Schüsse verfehlte ich, und erhielt nur folgende 15 Beobachtungen.

Den 5. Novbr. 1809.

Zwischenzeit zwischen Blitz und Schall in
Dezimal-Sekunden und Tertien.

Barometerstand 28,2 p. Zoll.

Thermometerstand $+ 6^{\circ}$ R.

Das Wetter war heiter.

Ein schwacher S. O. Wind ging ungefähr unter einem Winkel von 45° gegen die Richtung des Schalls.

Beobachtungszeit, Morgens zwischen 11 und 12 Uhr.

bei. Das Gewehr war nemlich festgeschraubt. Ich muste, bis die Wunde geheilt war, das Bett hüten, und beschäftigte mich nun mit dem ballistischen Problem. Den 1. März schrieb ich noch an den Feldmarschall, Grafen von GNEISENAU einen Brief von 4 Bogen, aber am 4. März rührte mich der Schlag, und zwar an der rechten Seite. Doch war mir der rechte Arm schon 14 Tage vorher gelähmt. Ich muß meinen Namen links unterschreiben, und ich habe Jemand, der schreibt. Das ist hart, im 47sten Jahre vom Schlage gerührt zu werden. Der Sekretair gab nicht Acht, wo ich stand. Ich stand nemlich vor der Scheibe, und nicht 50 Schritte davon, wenn geschossen wurde.

1. Beobachtung	15" 63"	9. Beobachtung	15" 80"
2. —	15, 53	10. —	15, 79
3. —	15, 72	11. —	15, 78
4. —	15, 45	12. —	15, 70
5. —	15, 90	13. —	15, 76
6. —	15, 79	14. —	15, 91
7. —	16, 04	15. —	15, 71
8. —	15, 90		
Mittel 15, 74		Mittel 15, 78	
Mittel aus beiden 15", 76".			

Die Uhr theilt den Tag in 10 Mill. Theile. Sie blieb in jeder Minute 31,5 Tertien hinter der Sonnenzeit zurück; dieses macht in 15" 76" Dezimalzeit 5 Tertien.

Die wahre Zwischenzeit zwischen Blitz und Schall war also 15" 81" Dezimalzeit.

Ich hatte einen Spiegelsextanten mitgenommen, und maafs damit die Winkel.

Mit Hülfe dieser Winkel finde ich aus den trigonometrischen Punkten der Landesvermessung, dafs ich von den Kanonen 14241 par. Fufs entfernt war. Da hierbei ein Dreieck sehr stumpfwinklig wurde, so konnte die dritte Seite in demselben nicht mit völliger Sicherheit aus den gegenüberstehenden Winkeln bestimmt werden. Damit hieraus keine Ungewifsheit entspringe, liefs ich nachher diese Seite noch unmittelbar messen, wo sich dann als Endresultat 14241 par. Fufs, für die vom Schalle durchlaufene Linie fanden. Diese Entfernung mit 15", 81" dividirt, gibt dem Schalle für jede Dezimal-Sekunde 900,7 par. Fufs Geschwindigkeit.

Oder da 15,81 Dezimal-Sekunden gleich sind 13,66 Sexagesimal-Sekunden, so ist $\frac{14241}{13,66} = 1042,5$ par. Fufs; die Geschwindigkeit des Schalles in 1 Sexagesimal-Sekunde, nach dem Mittel aus diesen 15 Versuchen.

4.

Den 2. December 1809 wurden zu Düsseldorf abermals, des Abends vor dem Feste der Krönung, zwischen 5 und 6 Uhr 50 Kanonenschüsse aus drei Sechspfündern von der Batterie des Eiskellers abgebrannt.

Der Herr Lieutenant WILLENBERG hatte die Gefälligkeit, die Kanonen selbst in Zwischenzeiten von 1 Minute abzufeuern, so daß ich Zeit behielt, alle Beobachtungen zu machen, und aufzuschreiben.

Ich hatte mich mit der Tertien-Uhr auf den Ratin-ger Kirchthurm begeben, von welchem man eine freie Aussicht auf die Batterie des Eiskellers hat.

Die Entfernung des Thurmes von der Batterie berechnete ich aus den Dreiecken der Landesvermessung zu 27927 par. Fufs. Die Kanonen standen ungefähr 50 Fufs von einander entfernt. Die Ladung war $1\frac{1}{2}$ P Pulver. Auf dieses wurden Rasen gestampft, um den Schall zu verstärken.

Da ich im Thurme mit aller Bequemlichkeit beobachten konnte, so suchte ich die Beobachtungen zu summiren; indem ich zwar bei jeder Beobachtung den Stand des Zeigers aufschreiben liefs, ihn aber nicht wieder auf Null stellte, sondern ihn bei der folgenden Beobachtung von der Stelle ab, wo er bei der vorigen war stehen geblieben, fortgehen liefs. Indefs gelingt dieses Verfahren selten durch eine Reihe Beobachtungen, weil, wenn man einmal durch einen falschen Schall getäuscht, die Uhr unrecht andrückt, man nicht allein diese Beobachtung verliert, sondern auch die Reihe unterbrochen wird. Indefs mufs man dieses Summiren doch immer versuchen, weil es die Resultate vermehrt.

Von den 50 Kanonenschüssen erhielt ich 34 Beobachtungen. Die ersten gingen verloren, weil man früher anfang, als ich die Laterne hatte anstecken lassen, mit welcher der Stand der Zeiger mufsste erleuchtet und abgelesen werden. Ein Paar Beobachtungen verfehlte ich

durch das Schlagen der Thurmuh, und bei einigen täuschte mich das Geräusch auf der Strafe, besonders das Fahren der Wagen, wodurch ich verführt wurde, einen andern Schall für den Kanonenschuß zu halten, und die Uhr im unrechten Momente anzuhalten. Von den 34 Beobachtungen sind die beiden mit *a* und *b* bezeichneten ungewiß, und man läßt sie vielleicht am besten beim Mittel weg. Indefs wird durch sie das Mittel nur 0,2 Tertien geändert, man mag sie mitnehmen oder weglassen.

Ratingen, den 2. Dec. 1809, Abends zw. 5 u. 6 Uhr.

Barometer 27,95 par. Zoll; Therm. + 3°,5 R. Ein ziemlich starker Südwestwind ging mit der Richtung des Schalles. Die Luft war feucht, nachher klärte sich der Himmel auf.

Beob.	Stand der Zeiger.	Zwi- schen- zeit.	Beob.	Stand der Zeiger.	Zwi- schen- zeit.
	00'' 00''			151'' 74'''	
1	30 67	30'' 67'''	11	182 90	31'' 16'''
2	61 42	30 75	12	213 57	30 67
3	92 45	31 03	13	244 40	30 83
4	123 22	30 77		274 76	30 36
	71 52		14	305 63	30 87
5	102 32	30 80	15	336 54	30 91
6	133 37	31 05	16	367 30	30 76
7	164 40	31 03	17	398 15	30 85
8	195 24	30 84	18	429 12	30 97
	89 71		19	459 99	30 77
9	120 86	31 15	20	490 74	30 75
10	151 74	30 88		Mittel . . .	30'' 85'''
	Mittel . . .	30'' 90'''			

Beob.	Stand der Zeiger.		Zwi- schen- zeit.	Es geben die Zwischenzeit zwischen Blitz und Schall in Decimalzeit:
	490"	74'''		
21	521	55	30" 81'''	Die ersten 10 Beobachtungen . . 30" 90'''
22	552	22	30 67	Die folgenden 10 Beobachtungen 30 85
23	583	08	30 86	Die folgenden 12 Beobachtungen 30 94
24	614	24	31 16	Die 20 Beobacht. von Nr. 9. bis
25	645	22	30 98	28 eingeschl. . . 30 90
26	676	50	31 28	
27	707	66	31 16	
b.	739	00	31 34	
	74	68		Mittel aus allen. . 30 89,8
28	105	78	31 10	Gang der Uhr . . + 9,6
29	136	47	30 69	Zwischenzeit . . 30" 99''',4
	83	00		
30	113	92	30 92	
31	145	05	31 13	
	60	50		
32	91	04	30 54	
	Mittel . . .		30" 94'''	

Der Schall durchlief also in 30" 99''',4 Dezimalzeit eine Linie von 27927 par. Fufs; folglich in einer Dezimal-Sekunde 901 par. Fufs. Oder da 30" 99''',4 Dezimalzeit gleich sind 26" 7786 Sexages.-Zeit, so gibt dieses für eine Sekunde, deren 86400 auf einen Sonnentag gehen, die Geschwindigkeit gleich 1043,5 par. Fufs.

5.

Am Feste des 3. Decembers wurden des Morgens zwischen 7 und 8 Uhr wiederum 50 Kanonenschüsse abgebrannt. Von diesen beobachtete ich von demselben Standpunkte aus 26. Die ersten gingen verloren, weil ich einige Minuten zu spät in den Thurm kam; das Schlagen der Uhr, und das Läuten zur Messe machten, daß ich einige der andern überhörte. Das Wetter war sehr still, und die Luft rein, und da noch kein Geräusch auf der Strafe herrschte, so hörte ich die Kanonenschüsse sehr deutlich. Dieser Umstände wegen sind die Beobachtungen welche ich in diesem Morgen erhielt, von allen, die ich über die Geschwindigkeit des Schalles angestellt habe, die genauesten, und können zur Beurtheilung des Grades von Genauigkeit dienen, der sich bei einer großen Reihe Schall-Versuche erreichen läßt, welche man mit einer Tertienuhr, die einen Centrifugal-Pendel hat, anstellt. Andere Beobachter sind hierin vielleicht glücklicher; ich, für meine Person, traue mir aber nie, eine engere Fehlergrenze, zwischen den einzelnen Beobachtungen zu, als $\frac{1}{4}$ Sekunde Abweichung vom Mittel.

Ratingen den 3. Dec. 1809 Morgens zwischen 7 und 8 Uhr.

Barometer 28,14 par. Zoll. Therm. + 1,5° R.

Die Luft heiter und windstille.

Der Schall deutlich und scharf.

Beob.	Stand der Zeiger.	Zwischen- zeit.	Beob.	Stand der Zeiger.	Zwischen- zeit.
	00'' 00'''			280'' 84'''	
1	31 24	31'' 24'''	10	312 06	31'' 22'''
2	62 10	30 86	11	343 17	31 11
3	93 27	31 17	12	374 35	31 18
4	124 47	31 20	13	405 71	31 36
5	155 40	30 93	14	436 74	31 03
6	186 86	31 46	15	468 01	31 27
7	218 09	31 23	16	70 00	
8	249 48	31 39	17	101 50	31 50
9	280 84	31 36	18	132 64	31 14
				163 79	31 15
		Mittel 31'' 20'''			Mittel 31'' 22'''

Beob.	Stand der Zeiger.	Zwischen- zeit.	Mittel in Dezimal-Zeit aus den
	65'' 00'''		ersten 9 Beob. . 31'' 20'''
19	96 24	31'' 24'''	zweiten 9 Beob. 31 22
20	127 38	31 14	letzten 8 Beob. 31 25
21	158 45	31 17	Beob. 1 bis 15 . 31 20
22	189 44	30 99	Beob. 19 bis 26 31 23
23	220 93	31 49	Mittel aus diesen 31'' 22''' 5
24	252 28	31 35	Gang der Uhr . + 9, 7
25	283 49	31 21	
26	314 88	31 39	31'' 33''' 2
		Mittel 31'' 25'''	

Der Schall durchlief also in 31'' 32'''² Dezimalzeit eine Linie von 27927 Fufs. Oder da 31'' 32'''² Dez.-zeit gleich sind 27'',0622 Sex. Zeit, so durchlief der Schall in 1 Sek. 1031,9 par. Fufs.

6.

Des Mittags um 11 Uhr erfolgten auf's neue 50 Kanonenschüsse. Allein an der Erde lag ein leichter weißer Nebel, und dieser und der helle Sonnenschein machten es unmöglich, den Blitz der Kanonen zu sehen. Ich sah im Fernrohre nur immer die aufschlagende Pulver-Dampf-Wolke, welche keine genaue Bestimmung gab. Auch folgten die Schüsse so schnell aufeinander, daß sich die Beobachtungen kreuzen mußten. Denn wenn zwei Schallwellen zu gleicher Zeit unterwegs sind, irrt man sich zu leicht, indem man nicht weiß, zu welcher Kanone sie gehören.

Des Abends wurden zwischen 5 und 6 Uhr die letzten 50 Kanonenschüsse zum Beschlusse des Festes abgebrannt, und diese folgten wieder in Zwischenräume von 1 Minute aufeinander. Allein ein lebhafter Wind, der unter einem Winkel von 30 bis 40 Grad mit der Richtung des Schalles ging, und das Geräusch auf den Straßen in Rattungen machte, daß ich viele dieser Kanonenschüsse gar nicht hörte, und die übrigen waren so schwach, daß ich mich oft im Loslassen der Uhr irrte. Ich erhielt in allem nur folgende 24 Beobachtungen.

Rattungen den 3. Dec. 1809 Abends zwischen 5 und 6 Uhr.

Barometer 28,16 par. Z. Therm. $+ 2^{\circ}$ R.

Ein lebhafter Wind ging unter einem Winkel von 30 bis 40 Grad mit der Richtung des Schalles.

Der Himmel wurde nachher völlig heiter.

Beob.	Stand der Zeiger.	Zwischen- zeit.	Beob.	Stand der Zeiger.	Zwischen- zeit.
	32'' 53'''			19'' 06'''	
1	63 93	31'' 40'''	9	50 22	31'' 16'''
2	94 89	30 96	10	81 54	31 22
3	125 97	31 08	11	112 88	31 34
4	156 74	30 77	12	144 09	31 21
	40 59		13	175 03	30 94
5	71 48	30 89	14	206 12	31 09
6	102 60	31 12	15	237 14	31 02
7	133 74	31 14		1 00	
	72 00		16	31 99	30 99
8	103 44	31 44		Mittel	31'' 13'''
	Mittel	31'' 10'''			

Beob.	Stand der Zeiger.	Zwi- schen- zeit.	Dez. Z.
	31'' 99'''		Mittel aus den er- sten 8 Beob. . . 31'' 10'''
17	62 73	30'' 74'''	Aus den zweiten 8 Beob. 31 13
18	93 77	31 04	Aus den dritten 8 Beob. 31 20
	125 41		Nr. 9 bis 15 . . 31 15
19	156 87	31 46	Nr. 19 bis 24 . . 31 31
20	188 16	31 29	
21	219 39	31 23	Mittel aus allen . 31'' 18'''
22	250 90	31 51	Gang der Uhr . . + 9, 7
23	282 02	31 12	
24	313 27	31 25	31'' 27, 7
	Mittel . . .	31'' 20'''	

Der Schall durchlief also in 31" 27,7" eine Linie von 27927 $\frac{1}{2}$ par. Fufs; also in 1 Dez. Sek. 894 par. Fufs. Oder da 31" 27,7" Dez. Zeit gleich sind 27" 019 Sek. Sex. Zeit, so gibt dieses für den Schall eine Geschwindigkeit von 1033 par. Fufs in 1 Sek.

Der Grund von dieser Abweichung liegt in einem constanten Fehler des Gehörs, den man jedesmal begeht, wenn der Schall so schwach ist, daß man ihn kaum von einem andern Geräusche unterscheiden kann. Dieses war die Ursache, warum er an diesem Tage 1033 Fufs ging; indess er am vorigen Tage, wo das Thermometer $1\frac{1}{2}$ Grad mehr zeigte, 1043 par. Fufs gab. In der Ungewißheit in der das Ohr ist, ob der Schall, welchen man hört, der erwartete Schall wirklich ist, oder nicht, läßt man die Tertienuhr jedesmal zu spät los, indem man nicht den Anfang der Schallwelle beobachtet; sondern den Theil derselben, der mehr nach dem Ende zu, und der stärker als der Anfange-Schall ist. Auf dieselbe Weise fand ich den 9. Juni 1811 die Geschwindigkeit des Schalles aus 7 Beobachtungen auch um 11 Fufs zu klein, weil der Schall an diesem Tage so schwach war, daß man ihn kaum hören konnte.

7.

Die vorigen Schall-Versuche hatte ich bei ganz niedriger Temperatur gemacht.

Den 3. Dez. 1809 war das Thermometer nur $1^{\circ},5$ R.

Ich will jetzt die Versuche mittheilen, die ich auf derselben Standlinie machte, und die mit zu den heißesten des Jahres gehören, nemlich am 8. Juni, wo das Thermometer 23° stand. Es war ein glückliches Zusammen treffen, daß dieser Tag gerade der Vorabend vom Feste war, welches man wegen der Taufe des Königs von Rom feierte, (des jetzigen Herzogs von Reichstadt) und an dem von der Batterie des Eiskelles 200 Kanonenschüsse abgefeuert wurden.

Ratingen, den 8. Juni 1811, Abends zwischen 6 u. 7 Uhr.

Die Luft war heiter. Um 2 Uhr stand der Wärmemesser im Schatten auf 25° R. Die Tertienuhr war von PFAFFIUS in Wesel, und auf dieselbe Weise gebaut, wie die des physikalischen Kabinets, welche bei den Versuchen im Jahre 1809 gebraucht wurde. Es war dieselbe Uhr, welche der Künstler dem National-Institute vorgelegt hatte.

Zwischenzeit zwischen Blitz und Schall in
Dezimal-Sekunden und Tertien.

Das Barometer stand zu Düsseldorf 28,14 p. Zoll. Das Thermometer zeigte $22^{\circ},5$ R., und im Ratinger Thurm zeigte es 22° im Schatten. Der Wind war schwach auf Südost, und beinahe senkrecht auf die Schall-Linie.

Die 19 ersten Beobachtungen waren vom Trigonometrier WINDGASSEN.

Beobachtungen bei $22^{\circ},5$ R.

Beob.	Stand der Zeiger.	Zwi- schen- zeit.
	50'' 75'''	
1	80, 55	29'' 80'''
2	110, 43	29, 88
3	140, 34	29, 91
4	170, 7	29, 73
5	199, 84	29, 77
6	229, 68	29, 84
7	259, 50	29, 82
8	289, 43	29, 93
9	319, 29	29, 86

Die ersten 9 = 29, 83

Die zweiten 10 = 29, 86

Die ersten 9 zu-
sammen . . = 29, 84

Im Mittel 29, 84
Gang der Uhr. + 9, 4

Wahres Mittel . . 29, 93, 4
oder in Sex.-Zeit. 25'', 862.

Beobachtungen bei $22^{\circ},5$ R.

Beob.	Stand der Zeiger.	Zwischen- zeit.
	19'' 29'''	
10	49, 29	30'', 00'''
11	79, 19	29, 90
12	109, 2	29, 83
13	138, 72	29, 70
14	68, 58	29, 86
15	98, 72	30, 14
16	128, 50	29, 78
17	58, 34	29, 84
18	88, 21	29, 73
19	118, 12	29, 81

29, 86

Die Standlinie = 27927 Fufs.

Also die Geschwindigkeit
des Schalles ist in einer Se-
kunde Sexagesimalzeit 1079,8
Fufs bei $22^{\circ},5$ R.

Beobachtungen von BENZENBERG.

Beob.	Stand der Zeiger.	Zwischen- zeit.	Im Mittel . . 29, 84 Von der 4ten bis zur 9ten Beobachtung . 29, 82
	48'' 65'''		
1	77 48	29'' 83'''	
2	107 31	29 83	Im Mittel . 29, 83
3	67 27	29 96	Gang der Uhr + 9, 4
	67 27		
4	97 12	29 85	Im Mittel . 29, 92, 4 Dez.
5	126 81	29 69	od. 25'', 854 Sexagesimalzeit.
6	156 78	29 97	Die Standlinie war 27927
7	186 56	29 78	par. Fufs ; also die Geschwin-
8	216 42	29 86	digkeit des Schalles in einer
9	246 22	29 80	Sekunde Sexages. Zeit 1080
	6 20		Fufs in einer Sekunde bei
10	36 8	29 88	22°, 2 R.
11	65 91	29 83	
Im Mittel . . .		29 84	

Die ersten 19 Beobachtungen wurden vom Trigonometrometer WINDGASSEN angestellt. Es waren die ersten Schallversuche, welche er machte. Man sieht an ihnen, wie leicht es ist, mit Tertienuhren zu beobachten. Die übrigen 20 Kanonenschüsse gingen theils durch Geräusch auf der Strafe, theils durch Uhrenschlagen verloren.

Den 9. Juni wurden des Morgens um 9 Uhr wieder 50 Kanonenschüsse abgebrannt. Allein es war ein so starker Gewitterregen, dafs es unmöglich war, den Blitz der Kanonen zu sehen.

Gegen Mittag wurde der Himmel wieder heiter. Die Luft aber war noch voll Dünste.

Der Schall war im Geräusche der Strafe nur sehr schwach zu hören, und die meisten von den 50 Kanonenschüssen, welche zwischen 11 und 12 Uhr abgebrannt wurden, gingen verloren. Wir erhielten nur folgende 10 Beobachtungen.

Ratingen, den 9. Juni 1811, zwischen 11 und 12 Uhr Mittags. Temp. 10° R. Der Wind war heinahe senkrecht auf die Standlinie.

1. Beobacht.	30'' 78'''	Dez.	Mittel aus 8 Beobacht. nach
2. —	30, 72		Auslassung von Nr. 4 u. 7
3. —	30, 82		30'' 75''' 6 Dez.
4. —	30, 00		Gang d. Uhr + 9, 6
5. —	30, 75		
6. —	30, 63		Wahres Mittel 30,852 Dez.
7. —	31, 07		= 26,66 Sex.
8. —	30, 63		Also Geschwindigkeit des
9. —	30, 87		Schalles in 1 Sek. = 1048
10. —	30, 85		par. Fufs bei 10° R.

Des Abends zwischen 6 und 7 Uhr wurden wieder 50 Kanonenschüsse abgebrannt. Der Schall war aber so äufserst schwach, dafs nur selten eine Beobachtung gelang, und selbst bei dieser war man noch oft ungewifs, ob man den Schall wirklich gehört habe, oder nicht.

Ratingen, den 9. Juni 1811, Abends zwischen 6 und 7 Uhr. Die Wärme war $15\frac{1}{2}^{\circ}$ R.

1. Beobacht.	30'' 80'''	Dez.	Mittel aus 7 Beobacht. mit
2. —	30		Auslassung von Nr. 5.
3. —	30		30'' 62''' 4 Dez.
4. —	30		Gang der Uhr 9, 6
5. —	31		Wahres Mittel 30'' 72''' Dez.
6. —	30		= 26'' 54''' Sex.
7. —	30		Standlinie = 27927 Fufs.
8. —	30		Also Geschwindigkeit des
			Schalles 1051 par. Fufs in
			1 Sek. bei $15\frac{1}{2}^{\circ}$ R.

8.

Wenn wir die Beobachtungen am 3. Decbr. 1809, die des Morgens zwischen 7 und 8 Uhr bei 1°,5 R. und bei völliger Windstille gemacht wurden, mit denen zusammenstellen, welche am 8. Juni 1811 ebenfalls bei schwachem Winde, der senkrecht auf die Richtung des Schalles kam, angestellt wurden, so haben wir folgende Ergebnisse:

3. Decbr. 1809. Geschw. d. Sch. bei 1°,5 R. = 1031,9 p. Fufs.

8. Juni 1811. Geschw. d. Sch. bei 22°,5 R. = 1079,8 p. Fufs.

22°,2 R. = 1080,0 p. Fufs.

Da die Luft unter dem 51 G. der Breite und 150 Fufs über der See bei mittlerer Feuchtigkeit, und bei dem Barometerstand von 28 Zoll ungefähr 10525 mal leichter ist, als Quecksilber, wenn beide auf dem Eispunkte sind, und da die Luft sich bei jedem Gr. R. um $\frac{1}{213}$ ausdehnt. so ist sie

bei 1°,5 R. um 10600 mal	} leichter als Queck-	
bei 22°,2 R. um 11623 mal		silber von derselben
bei 22°,5 R. um 11638 mal		Temperatur.

Da nach NEWTON sich die Geschwindigkeit des Schalles verhält, wie die Quadratwurzeln aus den Elasticitäten, und da diese sich bei derselben elastischen Flüssigkeit umgekehrt verhalten, wie die Quadratwurzeln aus ihren specifischen Gewichten, so ist es leicht die Geschwindigkeit zu berechnen, welche der Schall hat, wenn die Luft auf dem Eispunkte ist.

Es geben diese Geschwindigkeit des Schalls für den Eispunkt:

Die Beobachtungen bei 1°,5 R. zu 1028,4 p. Fufs.

» » » 22°,7 R. zu 1026,2 » »

» » » 22°,4 R. zu 1026,5 » »

Das Mittel aus ihnen ist . . . 1027,0 p. Fufs.

Setzt man die Geschwindigkeit des Schalles auf 1027 par. Fufs, so ist man also sicher, dafs man sich um keine 2 Fufs irre.

Und diese 2 Fufs stecken nicht in der Uhr, sondern in der Temperatur. Es ist ungemein schwer, die Temperatur für die Schalllinie auf 2 Stunden, bis auf einen halben Grad sicher zu finden, und $0^{\circ},5$ beträgt 1,2 Fufs.

Die französischen Akademiker fanden die Geschwindigkeit des Schalles für den Eispunct zu 1026,6 par. Fufs. Man sieht aus dieser Uebereinstimmung, welcher Genauigkeit die Schallversuche fähig sind, die auf grossen Standlinien mit guten Instrumenten angestellt werden. Es ist zu wünschen, dafs man in Zukunft in den Lehrbüchern der Physik die Geschwindigkeit des Schalles nicht mehr so ins Unbestimmte zu 1038 Fufs angebe, ohne der Temperatur zu erwähnen, von der man redet, da diese Geschwindigkeit eine so scharf bestimmte Gröfse ist.

Da durch diese Beobachtungen das NEWTON'sche Gesetz, dafs sich die Geschwindigkeit des Schalles bei verschiedenen Wärmegraden verhält, wie die Quadratwurzeln aus den Elasticitäten, die zu diesen Wärmegraden gehören, vollkommen bestätigt ist, so ist es leicht eine Tafel zu berechnen, welche die Geschwindigkeit des Schalles für jede Temperatur angibt.

Tafel über die Geschwindigkeit des Schalles
in verschiedenen Temperaturen.

Wärme.	Dich- tigkeit der Luft.	Geschw. des Schalles.	Wärme.	Dich- tigkeit der Luft.	Geschw. des Schalles.
0° R.	1 : 10525	1027,0 p.F.	16° R.	1 : 11315	1064,7 p.F.
1	10574	1029,3	17	11364	1067,0
2	10624	1031,8	18	11313	1069,6
3	10673	1034,2	19	11462	1071,6
4	10723	1036,5	20	11513	1074,0
5	10772	1038,9	21	11563	1076,3
6	10821	1041,2	22	11613	1078,6
7	10871	1043,7	23	11662	1080,9
8	10920	1046,0	24	11712	1083,2
9	10970	1048,4	25	11761	1085,5
10	11019	1050,7	26	11810	1087,8
11	11069	1053,1	27	11859	1090,1
12	11118	1055,4	28	11908	1092,3
13	11160	1057,4	29	11957	1094,6
14	11290	1059,8	30	12007	1096,9
15	11258	1062,0			

Folgendes ist der Stand der Beobachtung vom 3.
Decbr. 1809 bei 1°,5 R., und vom 8. Juli 1811 bei 22°,5 R.
und nachher bei 22°,2 R.

Den 3. December 1809. 1°,5 R.	Decimal- Secunde.	Sexage- simal- Secunde.	Länge der Schalllinie 27927 p. F. in 1 Sec.
1. Die ersten 9 Beob.	31'', 29,7'''	27'', 0406	1032,7 p. F.
2. Die zweiten 9 Beob.	31, 31,7	27, 0579	1032,1
3. Die letzten 8 Beob.	31, 34,7	27, 0838	1031,1
4. Beob. von 1 — 15.	31, 29,7	27, 0406	1032,7
5. Beob. von 19 — 26.	31, 32,7	27, 0665	1031,7
6. Alle zusammen . . .	31, 33,2	27, 0708	1031,6

Den 8. Juni 1811, 22°,5 R.			
7. Die ersten 9 Beob.	29'', 92,4'''	25'', 8543	1080,2 p. F.
8. Die zweiten 10 Beob.	29, 95,4	25, 8803	1079
9. Die ersten 9 zusam.	29, 93,4	25, 8630	1079,8
10. Alle zusammen . .	29, 93,4	25, 8630	1079,8
11. Die 11 zusammen	29, 93,4	25, 8630	1079,8
12. Von der 4—9. Beob.	29, 91,4	25, 8457	1080,5
13. Alle zusammen . .	29, 92,4	25, 8543	1080,2

Die Akademiker vom Jahre 1737 fanden die Länge der Beobachtungslinie von 87816 par. Fufs und 1038 par. Fufs für 1 Sekunde und 5 Grad.

9.

Vergleichen wir diese Tabelle mit den Beobachtungen, so finden wir folgendes:

1. Für die Temper. von 1°,5 gibt d. Tab. = 1030,8 p. Fufs.
Die 9 ersten Beob. vom 3. Dez. 1809 gaben = 1032,7 »

Unterschied = + 1,9 p. Fufs.

2. Für die Temper. von 1°,5 gibt d. Tab. = 1030,8 p. Fufs.
Die zweiten 9 Beobachtungen vom 3. Dez.

1809 geben — — — — = 1032,1 »

Unterschied = + 1,3 p. Fufs.

3. Für die Temp. von $1^{\circ},5$ gibt die Tab. = 1030,8 p. Fufs.
Die 8 letzten Beob. v. 3. Dez. 1809 geben = 1031,1 »

Unterschied = + 0,3 p. Fufs.

4. Für die Temp. von $1^{\circ},5$ gibt die Tab. = 1030,8 p. Fufs.
Von der ersten bis zur 15. Beobachtung

vom 3. Dez. 1809 — — — = 1032,7 »

Unterschied = + 1,9 p. Fufs.

5. Für die Temp. von $1^{\circ},5$ gibt die Tab. = 1030,8 p. Fufs.
Aus den zweiten Beobachtung. von 19–26

vom 3. Dez. 1809 — — — 1031,6 »

Unterschied = + 0,9 p. Fufs.

6. Für die Temp. von $1^{\circ},5$ gibt die Tab. = 1030,8 p. Fufs.
Alle zusammengekommen v. 3. Dez. 1809 = 1031,6 »

Unterschied = + 0,8 p. Fufs.

7. Für die Temp. von $22^{\circ},5$ gibt die Tab. = 1080,0 p. Fufs.
Die ersten 9 Beob. vom 8. Juny 1811 = 1080,2 »

Unterschied = $\div$ 0,2 p. Fufs.

8. Für die Temp. von $22^{\circ},5$ gibt die Tab. = 1080,0 p. Fufs.
Die zweiten 10 Beob. v. 8. Juny 1811 geben = 1079,8 »

Unterschied = $\div$ 0,2 p. Fufs.

9. Für die Temp. von $22^{\circ},5$ gibt die Tab. = 1080,0 p. Fufs.
Die 9 ersten zusammen v. 8. Juny 1811 = 1079,8 »

Unterschied = $\div$ 0,2 p. Fufs.

10. Für die Temp. von $22^{\circ},5$ gibt die Tab. = 1080,0 p. Fufs.
Alle Beob. zusammen vom 8. Juny 1811 = 1078,8 »

Unterschied = $\div$ 0,2 p. Fufs.

11. Für die Temp. von $22^{\circ},2$ gibt die Tab. = 1079,0 p. Fufs.
Die 11 Beob. vom 8. Juny 1811 geben = 1079,8 »

Unterschied = + 0, »

12. Für die Temp. von $22^{\circ},2$ gibt die Tab. = 1079,0 p. Fufs.
 Von der 4. bis zur 9. Beobachtung vom

8. Juny 1811 — — — — = 1080,5 »

Unterschied = + 1,5 p. Fufs.

13. Für die Temp. von $22^{\circ},2$ gibt die Tab. = 1079,0 p. Fufs.
 Alle zusammen angestellt d. 8. Juny 1811 = 1080,2 »

Unterschied = + 1,2 p. Fufs.

Die Akademiker fanden im Jahre 1737 bei der Länge der Beobachtungs-Linie von 87816 par. Fufs die Geschwindigkeit des Schalles zu 1038 p. F. für eine Secunde und für eine Temp. von 5° . Die Tab. gibt 1038 p. Fufs.

Man sieht also aus dieser Vergleichung, daß die Tabelle jedesmal die Geschwindigkeit des Schalles bis auf 2 Fufs genau angeben wird, wenn die Luft ruhig, und man ihre Wärme bis auf $0^{\circ},5$ kennt.

Man kann es nicht oft genug wiederholen, daß die letzten Feinheiten nicht in der Uhr, sondern im Thermometer stecken, und daß $0^{\circ},5$ R. schon 1,2 par. Fufs auf 1 Secunde macht.

10.

Herr LAPLACE hatte schon früher den Wunsch geäußert, daß man die Schallversuche der Akademiker, einmal bei sehr hohen, und sehr tiefen Temperaturen wiederholen möge. Es war mir sehr angenehm, daß ich den Wunsch dieses großen Physikers erfüllen konnte.

Uebrigens sind diese Versuche, über die Geschwindigkeit des Schalles in verschiedenen Temperaturen nicht die ersten. BIANCONI stellte schon ähnliche, im Jahre 1740 auf der Festung Urbana an. In der Nacht vom 19. August 1740 wurden in der Festung 4 Kanonen abgebrannt, welche

er mit einigen seiner Freunde in einem 30 italiänischen Meilen entfernten Kloster, beobachtete.

Sie beobachteten die Zeit an einem Pendel; der Schall traf mit der 76. Sekunde ins Ohr. Das Thermometer stand auf 28° R. (?) Den 7. Februar 1740 wiederholten sie diese Versuche. Das Thermometer stand auf $1^{\circ},2$, und der Schall durchlief die Linie in $78\frac{1}{2}$ Sec. Hieraus schlossen sie sehr richtig, daß die Geschwindigkeit des Schalles im Sommer gröfser sei, als im Winter.

Nach unserer Tafel ist die Geschwindigkeit des Schalles für $\div 1^{\circ},2$ R. = 1024 par. Fufs. Er durchlief also in $78\frac{1}{2}$ Sec. 80384 par. Fufs. Bei 28° war die Geschwindigkeit 1092 Fufs. Er durchlief also in 76 Sec. 82992 par. Fufs; also 2608 Fufs mehr. Dieses setzt entweder einen Beobachtungsfehler von $2\frac{1}{2}$ Sec. der Dauer der Zeit voraus, oder einen Fehler in der Angabe der Temperatur von 28° ein Druck oder Schreibfehler, da in Italien des Nachts diese Temperatur wohl nie statt findet; vermuthlich soll es wohl 18° heißen.

Den 12. Februar stellte BIANCONI Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles im Nebel an. Da man das Abfeuern nicht sehen konnte, so hatte er eine Kanone ins Kloster bringen lassen. In dem Augenblicke, da man den Schufs der Kanone in der Festung hörte, brannte BIANCONI in der Festung eine zweite Kanone ab, und man fand, daß der Schall 157 Secunden zum Hin- und Hergange gebrauche; also $78\frac{1}{2}$ Secunden zum Hingange. Das Thermometer stand auf dem Gefrierpunct, und die Beobachtungen stimmten also sehr nahe mit denen am 7. Februar überein; woraus man schlofs, daß der Nebel auf die Geschwindigkeit des Schalles keinen Einfluß habe. (S. Systematische Darstellung aller Erfahrungen in der Naturkunde, von R. MAYER. I. Theil 3r Band S. 140.)

11.

Die Schall-Linie war 27927 Fufs lang, und doch konnte man zur Zeit den Schall gar nicht hören, und zur Zeit wieder ganz gut. Woher kommt dieses? Die Kanonen waren Sechspfündern, und wie gewöhnlich mit $1\frac{1}{2}$ fl. Pulver geladen. An der Ladung lag es also nicht.

20 bis 30,000 Fufs ist für eine Schalllinie hinlänglich. Die Commission in Paris, die im Jahre 1822 die Versuche machte, über das Hin- und Hergehen des Schalles, hatte eine Linie von 57297 par. Fufs. Diese Linie ist etwas groß. Auch hörten sie die Schallwellen nicht alle. Sie hatten 48 Kanonenschüsse, von denen sie nur 27 beobachteten, und 21 gingen verloren.

Ich hatte den 2. und 3. September 1809 200 Kanonenschüsse, und den 8. und 9. Juny 1811 wieder 200 Kanonenschüsse.

Von diesen 400 Kanonenschüssen habe ich nur 121 beobachten können, und von diesen waren nur 55, die beim Mittel gebraucht wurden. Nämlich 26 den 3. Dez. 1809, und 29 den 8. Juny 1811. Bei den andern ging der Wind mit oder gegen den Schall.

Die Commission hat die 14 Kanonenschüsse genommen, die den 21. Juny 1822 auf beiden Beobachtungspunkten waren abgefeuert worden, und daraus für Null-Grad 1019 par. Fufs die Schallgeschwindigkeit festgesetzt.

Die 13 Kanonenschüsse hingegen vom 2. July 1822 hat sie nicht mit aufgenommen. Dieses ist Unrecht. Da der Wind = 0 war, so musten auch alle mit angegeben werden.

Nimmt man alle 27 Versuche, so ist:

den 21. Juny 1822		1019 Fufs.
» 2. July »		1027 Fufs.

Also das Mittel 1023 Fufs.

Herr von HUMBOLDT hat die besten gemacht. Dann GAY LUSSAC und BOUVARD. Eigentliche Tertienuhren scheinen die Beobachter nicht gehabt zu haben, da blofs von zehntel Sekunden geredet wird, und von keinen Tertien. Doch kann man hierüber nicht bestimmt urtheilen, da weder die Uhren, noch die Art der Beobachtungen näher sind beschrieben worden.

Das Ganze steht im Journal de Physique von GAY LUSSAC und ARAGO, July 1822, Seite 210.