die Lösung des Zinnchlorürs zersetzt, kann nicht die gesättigten Lösungen von schwefelsaurem Natron und essigsaurem Blei zersetzen, selbst nicht das durch Salpetersäure oder Schwefelsäure angesäuerte Wasser, obwohl diese Lösungen wenigstens eben so gute Leiter des Stromes sind als die des Zinnchlorürs ¹).

VII. *Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der Elasticität bei schwingenden Saiten; von Hrn. N. Savart.*

(*Ann. de chim. et de phys. S. III T. VI p. 5.* — Ein vorläufiger Bericht von dieser Arbeit, nebst einer dadurch veranlaßten Note des Hrn. Duhamel, wurden schon in den *Annalen*, Bd. LVII S. 403 und 405, gegeben.)

1) Bei der mit dem Namen des Problems der schwingenden Saiten bezeichneten Aufgabe der Mechanik betrachtet man die Reihe der Elemente, welche eine Saite zusammensetzen, als eben so viele kleine Pendel, die um ihre Ruhelage schwingen, nicht vermöge der Schwere, sondern vermöge der Kraft, durch welche die Spannung erzeugt wird. Durch analoge Methoden wie die, welche man in der Theorie des gewöhnlichen Pendels anwendet, bestimmt man somit die Dauer der Schwingungen.

1) Es thut mir leid am Schlusse dieses Aufsatzes erklären zu müssen, auch jetzt noch nicht dem geehrten Verfasser in seinen Folgerungen beistimmen zu können. Beide von ihm erörterte Gegenstände, die Frage über die bloße Leitung elektrischer Ströme durch Flüssigkeiten, und die über die Wirkungsweise oxydirbarer Elektroden bei der Wasserzersetzung, sind meiner Ansicht nach von der Art, daß sie nur durch Messungen befriedigend gelöst werden können. Hoffentlich werde ich im Laufe dieses Sommers Muße haben, eine Reihe auf dieses Ziel gerichteter Untersuchungen ausführen zu können; bis dahin glaube ich indess meine in den *Annalen* (Bd. LV S. 450) nur vorläufig geäußerten Ansichten, obwohl sie mit denen mehrerer Physiker in Widerspruch stehen, aufrecht halten zu müssen. P.

Aus der Natur dieser Betrachtungen sieht man, daß bei dem Problem der schwingenden Saiten nicht Rücksicht genommen ist auf die der Substanz der Saite inwohnenden Kräfte. Diese Kräfte müssen durch die Oscillationen selber in Thätigkeit gesetzt werden, können also, begreiflich, die Bewegung, welche stattfände, wenn Spannung und Trägheit allein wirkten, mehr oder weniger abändern.

Diese Betrachtung läßt einen Weg durchblicken, die Rolle, welche die Molecular-Kräfte bei den Erscheinungen der schwingenden Saiten spielen, zu ermitteln; denn es wird genügen, die Resultate der Erfahrung mit denen der Theorie zu vergleichen. Die etwa vorhandenen Unterschiede werden der Einwirkung dieser Kräfte zugeschrieben werden müssen. Diefes ist die Grundlage der vorliegenden Arbeit.

2) Zuvörderst mögen die Hauptresultate der Theorie schwingender Saiten in Erinnerung gebracht seyn. Es sey l = Länge der Saite; p = deren Gewicht; P = das sie spannende Gewicht; n die Anzahl der von der Saite in einer Secunde vollführten Schwingungen. Dann hat man:

$$n = \sqrt{\frac{gP}{lp}}.$$

Macht man nun:

$$P = pt \text{ und } \sqrt{t} = t',$$

so kommt:

$$n = t' \sqrt{\frac{g}{l}}.$$

Gesetzt nun, man habe nur Saiten von gleicher Länge zu betrachten; dann wird $\sqrt{\frac{g}{l}}$ ein constanter Factor seyn, und wenn man diesen durch c bezeichnet, so geht der Ausdruck von n in folgenden über:

$$n = ct',$$

eine Gleichung, die nur noch zwei Variable enthält.

Wir wollen *Spannung* das Verhältniß t von P zu p nennen. Diefs gesetzt, sieht man:

1) Dafs die Anzahl der Schwingungen proportional ist der Quadratwurzel aus den Spannungen.

2) Dafs für eine Tension Null die Saite keine Schwingung geben kann.

3) Dafs, für eine selbe Spannung die Anzahl der Schwingungen dieselbe bleibt, welches Gewicht und folglich welchen Durchmesser die Saite auch haben mag.

Wir wollen nun die Resultate der Beobachtung mit diesen Deductionen der Theorie vergleichen, doch zuvor eine Idee von dem Apparate geben, dessen wir uns zur Anstellung unserer Versuche bedient haben.

Der Apparat ist auf Taf. II Fig. 2 abgebildet. Das Stück A ist der wesentlichste Theil. Er besteht aus Eisen und muß eine beträchtliche Dicke haben. Daran sitzen zwei horizontale Arme, welche bestimmt sind die Länge des schwingenden Theils der Saite zu begränzen. Zu dem Ende ist jeder dieser Arme in einer gewissen Strecke auf die Hälfte seiner Dicke zurückgeführt, und dieser Ausschnitt ist ausgefüllt durch eine Platte, welche mittelst zwei Schrauben an den Arm befestigt wird. Die zwischen den Arm und die Platte eingeschobene Saite kann sonach in verticaler Stellung festgeklemmt werden, ohne eine Ablenkung zu erfahren. Die Dimensionen dieser Arme sind fast gleichgültig; doch ist es nöthig, dafs die beiden festgeklebten Theile der Saite so lang seyen, dafs die Schwingungen sich nicht über die Arme hinaus fortpflanzen können.

Da es darauf ankommt, das Stück A strenge senkrecht stellen zu können, so wurde dasselbe in einen auf ein horizontales Gestell gelegten Schraubstock eingezwängt. Die Bewegung des Stücks zwischen den nach Belieben zu öffnenden und schließenden Backen des Schraubstocks erlaubte die Senkrechtheit in einem Sinn.

In dem andern erhielt man sie, indem man Keile unter die Achseln des Schraubstocks schob.

Die anderen Theile des Apparats dienen zur Befestigung der Saite einerseits oben an einem widerstehenden Punkt, und andererseits unten an der Platte, welche die Gewichte tragen soll. Die Wahl der Mittel des Anhängens verdient eine besondere Sorgfalt. Da es unsere Absicht war, die Spannungen bis zu ihrer äußersten Gränze zu treiben, d. h. bis zum Reißen der Saite, so bedurfte es, daß dieses Reißen alleinig von der Spannung bewirkt würde, und kein anderer Umstand dazu beitrüge. Nun haben wir uns versichert, daß Falten (*plis*), Binden (*ligatures*) und die Wirkung der Klemmen (*pînces*) zu diesen fremdartigen Umständen gehören.

Erst nach mehreren Versuchen sind wir zu dem in der Figur abgebildeten Verfahren gelangt, und dieß hat sich so gut bewährt, daß wohl unter hundert Saiten jeder Art nicht eine einzige an den Befestigungspunkten riß.

Dieß Verfahren besteht darin, daß man die Richtung der Saite allmählig ändert, und die Reibung dieser Saite gegen einen weichen Körper auch stufenweise vergrößert, so daß der Zug, welcher zuletzt gegen einen festen Punkt ausgeübt wird, auf eine weit schwächere Kraft als die Wirkung des Gewichts zurückgeführt ist.

Der Halbcylinder *B* ist von weichem Holz und mit Leder überzogen. Die Saite schmiegt sich an seine Krümmung, nachdem sie in dem durchlöcherten Wirbel *c* befestigt ist. Für die untere Befestigung sitzt mitten an einem Plättchen *D* ein cylindrisches Stück, auch von sehr weichem Holz, und überdieß oben ein Haken (*taquet*) *g*. Zwischen diesem Haken und dem Cylinder, auf welchen sie sich wickelt, läßt man die Saite hindurch und dann befestigt man sie an dem Wirbel *f*. Die zur Aufnahme der Gewichte bestimmte Schale hängt mittelst eines Hakens an einem Stift, der unten durch das Plättchen geht.

4) Bei dem eben beschriebenen Apparat betrug der Abstand zwischen den beiden inneren Armen des Stückes *A*, das Decimeter als Längeneinheit genommen, 0,805. Man hatte also für die Länge aller Saiten, mit denen operirt wurde:

$$l=0,805.$$

Dieser Werth in den von $c = \sqrt{\frac{g}{l}}$ gesetzt, da $g=98,088$ ist, giebt:

$$c=11,039,$$

und folglich:

$$n=11,039 \, t'.$$

Aus dieser Gleichung ergiebt sich die Anzahl der Schwingungen, welche irgend eine in den Apparat gebrachte Saite, unter einer gegebenen Spannung, in der Voraussetzung vollbringt, daß die Molecular-Kräfte keinen Einfluß auf diese Anzahl haben.

Legt man t' in dieser Gleichung successiv die Werthe bei:

$$0, m, 2m, 3m, \dots$$

wo m eine willkürlich genommene Zahl ist, so hat man für die entsprechenden Werthe von t :

$$0, m^2, 4m^2, 9m^2, \dots$$

und für die von P :

$$0, m^2 p, 4m^2 p, 9m^2 p, \dots$$

Auf diese Weise werden wir die Gewichte P , mit denen die Saiten gespannt wurden, ausgedrückt in Kilogrammen berechnen. Daraus ergiebt sich für die Rechnungen, wie für die geometrische Darstellung der That-sachen eine Regelmäßigkeit, die man lange nicht erhalten würde, wenn man für P ganz willkürliche Werthe nähme.

Schreiten wir jetzt zu den Resultaten unserer Versuche.

5) Versuche mit einem *Kupferdraht*.

Wenn man eine Saite in den Apparat gebracht hat,
be-

bestehen die Operationen darin, daß man 1) die Saite successive mit bestimmten Gewichten belastet, 2) unter jeder dieser Belastungen schwingen läßt, 3) den Ton aufzeichnet, den sie, mit einem Geigbogen gestrichen, liefert.

Nach dem Gesagten (4) muß man, um die die Spannungen t hervorbringenden Gewichte P zu bestimmen, das Gewicht p der Saite, für die Länge $l = 0^d,805$, kennen. Es würde schwierig seyn, einen so kleinen Theil der Saite mit der erforderlichen Genauigkeit zu wägen; allein man kann die Fehlerquellen bedeutend verringern, wenn man eine beträchtliche Länge derselben Saite nimmt und daraus das Gewicht der gewünschten Länge ableitet. So hatte der Kupferdraht, von dem ein Theil zu den in Rede stehenden Versuchen diente, eine Gesamtlänge von $51^d,30$ und wog $0^k,033$. Daraus ist $p = 0^k,0005178$.

In der folgenden Tafel finden sich die mit diesem Draht erhaltenen Resultate. Sie hat fünf Columnen:

Die erste enthält die Werthe von t' oder die Quadratwurzeln aus den Spannungen t ; sie bilden eine Progression, deren Differenz m (4) gleich 25 genommen ist.

Die zweite enthält die Werthe von t .

Die dritte ist gebildet aus den Gewichten P , welche hervorgehen, wenn man die Zahlen der zweiten Columnne mit dem Gewichte $p = 0^k,0005178$ multiplicirt. Diefs sind die Belastungen, welche die successiven Spannungen des Drahts bewirkten.

In der vierten sind die Töne angegeben, welche der Draht beim Schwingen hören läßt.

Die fünfte endlich giebt die Zahl an N der Schwingungen, welche den erhaltenen Tönen entsprechen.

Wir machen hier eine Bemerkung, die sowohl für diesen Versuch wie für die folgenden gilt, nämlich, daß man, um den Draht schwingen zu lassen, den Bogen möglichst sanft aufsetzen müsse. Sonst kann es geschehen, besonders wenn die Belastungen etwas beträchtlich sind, daß der Druck des Bogens eine Ausdehnung des Drahtes ver-

ursacht, und dann erhält man, wie schwach diese Ausdehnung auch seyn mag, einen merklich zu tiefen Ton. Uebrigens muß man immer, vor dem Aufzeichnen des Tons, den Draht mehrmals entklemmen, und ihn der Wirkung der Gewichte überlassen, um sicher zu seyn, daß er auf den Punkt gekommen ist, einen constanten Ton zu geben.

Kupfer $\rho = 0^k,0005178$.

t' .	t .	P .	Töne ¹⁾ .	N .
0	0	0 ^k ,000	$la\sharp_2$	900
25	625	0,324	si_2 —	950
50	2500	1,295	$ut\sharp_3$	1067
75	5625	2,913	mi^b_3	1229
100	10000	5,178	$fa\sharp_3$ —	1422
125	15625	8,091	la^b_3 +	1659
150	22500	11,650	si_3 —	1900
175	30625	15,858	$ut\sharp_4$	2133
200	40000	20,712	$re\sharp_4$ —	2350
225	50625	26,214	fa^b_4	2621
244,05	59560	30,840	Saite reißt	

Fig. 3 Taf. II ist eine graphische Darstellung dieser Resultate. Die Werthe von t' auf der Abscissenaxe sind nach dem Maafsstabe von 1 Millimeter für 5 Einheiten genommen, die von N , als Ordinaten, nach dem Maafstab von 1 Millimeter für 100 Schwingungen. Man sieht, daß die aus dieser Construction hervorgehenden Punkte durch eine Curve von regelmäfsigem Ansehen vereinigt werden können.

Construiren wir eben so die Gerade, deren Gleichung (4) ist:

$$n = 11,039 t'.$$

Da diese Gerade durch den Anfangspunkt geht, so wird ihre Lage durch einen ihrer Punkte bestimmt seyn. Machen wir z. B. $t' = 200$, so kommt $n = 2207,8$. Tra-

1) Zur Vermeidung von Fehlern behalte ich hier die französische Tonbezeichnung bei.

gen wir diesen Werth auf die Ordinate 200, unter Beibehaltung des Maafsstabes von 1 Millim. auf 100 Schwingungen, so haben wir die Gerade, die in der Figur gezeichnet ist.

6) Vergleicht man nun die Curve und die Gerade, die wir so erhalten, die eine durch den Versuch, die andere durch die Theorie der schwingenden Saiten, so sieht man, dafs im ersten Fall die Anzahl der Schwingungen immer gröfser ist als im zweiten, und dafs der Unterschied sein Maximum erreicht, wenn die Spannung Null ist. Die Erfahrung giebt alsdann 900 Schwingungen, während die Theorie deren keine giebt.

Nun kann die Schwingungsbewegung, welche bei einer nullgleichen Spannung stattfindet, nur den Molecularkräften zugeschrieben werden, Kräften, die, wenn ihr gewöhnliches Gleichgewicht zerstört ist, dahin streben, den Draht in die Lage zurückzuführen, welche er zuvor einnahm. Diefs ist der Charakter der Kräfte, denen man den Namen Elasticität gegeben hat; und so wollen wir auch diejenigen nennen, welche die Bewegung einer ungespannten Saite bewirken. Allein eine solche Saite schwingt wie es ein Stab thun würde, dessen beide Enden befestigt sind, und bekanntlich sind in diesem Fall die Schwingungszahlen proportional den Durchmessern. Nehmen wir also den Draht immer dicker und dicker, so entfernt sich die Gerade immer mehr und mehr von der theoretischen Geraden, weil diese, bei einer Veränderung der Durchmesser, ihre Lage nicht ändert (2); und nehmen wir umgekehrt die Drähte successiv immer dünner, so nähert sich die Curve derselben Geraden, ohne sie jemals erreichen zu können, es sey denn man setze den Durchmesser des Drahts gleich Null. Mit einem Wort, die Gerade spielt hier die Rolle einer gemeinschaftlichen Asymptote für alle Curven, die man erhält, wenn man den Durchmesser der Saiten variiren läfst.

Da die von der Erfahrung gelieferte Curve eine Asymptote zu haben scheint, ist es erklärlich zuvörderst zu versuchen, ob sie nicht eine Hyperbel sey.

Bezieht man eine Hyperbel auf ihren Mittelpunkt und auf ihre Axen, und zählt ihre Abscissen längs ihrer imaginären Axe, so ist das Quadrat der Ordinate irgend eines Punktes der Curve gleich dem Quadrat der Ordinate der Asymptote plus dem Quadrat der halben wirklichen Axe. Nun ist die Ordinate eines Punkts der Curve das, was wir N genannt haben; die Ordinate des entsprechenden Punkts der Asymptote ist das, was wir mit n bezeichnet haben, und endlich ist die halbe wirkliche Axe die Schwingungszahl welche die Saite ungespannt oder wie ein Stab schwingend giebt; wir wollen sie ν nennen. Wenn also die Curve eine Hyperbel ist, muß man haben $N^2 = n^2 + \nu^2$.

Construirt man rechtwinkliche Dreiecke, welche n und ν als Saiten des rechten Winkels haben, und vergleicht ihre Hypothenusen mit den Ordinaten N der Curve, so findet man zwischen den Hypothenusen und den Ordinaten keinen merkbaren Unterschied. Daraus darf man schließen, daß die Curve eine Hyperbel und die Gerade deren Asymptote ist.

Die Anzahl der Schwingungen des Drahts, mit dem wir operirten, besteht also für jegliche Spannung aus zwei Elementen: 1) Aus der Anzahl von Schwingungen, welche der Draht bei dieser Spannung vollführen würde, wenn er ohne Elasticität wäre; und 2) aus der Anzahl von Schwingungen, welche derselbe Draht bloß vermöge seiner Elasticität vollbringt. Die erste dieser Zahlen wird uns durch die Theorie der schwingenden Saiten geliefert; sie variirt mit den Spannungen. Die zweite ist für eine und dieselbe Saite constant, und wird uns durch die Erfahrung gegeben; da sie von der Elasticität des Körpers abhängt, so ist zu vermuthen, daß sie mit der Natur des Drahts variire. Diese beiden Elemente com-

biniren sich auf eine recht einfache Weise, weil die Summe ihrer Quadrate gleich ist dem Quadrat der gesuchten Zahl.

7) Die geometrischen Constructionen würden ohne Zweifel zur Entdeckung des eben angezeigten Gesetzes den bequemsten Weg darbieten; allein da wir der Figur nicht die Gröfse geben konnten, welche zu einer hinlänglichen Genauigkeit erforderlich ist, so wird es nicht überflüssig seyn, durch Rechnung zu prüfen, ob wirklich die Relation $N^2 = n^2 + v^2$ Resultate gebe, die mit der Erfahrung übereinstimmen.

Die folgende Tafel enthält: 1) die Schwingungszahlen, welche aus dem Gebrauch der Formel $n = 11,039 t'$ hervorgehen, und 2) die mittelst der Relation $N = \sqrt{n^2 + v^2}$ berechneten, worin $v = 900$, und 3) die durch den Versuch gefundenen:

t' .	n .	N . Erfahrung.	N . Rechnung.
0	0	900	900
25	276	950	941
50	552	1067	1055
75	828	1229	1223
100	1014	1422	1424
125	1380	1659	1648
150	1656	1900	1885
175	1942	2133	2131
200	2208	2350	2384
225	2484	2621	2642
244,05	2694	Reifsen	2840

Die größten Unterschiede zwischen den von der Formel gegebenen, und den durch den Versuch gefundenen Zahlen steigen kaum auf eine Schwingung gegen hundert. So geringe Unterschiede kann man also ohne Zweifel den Fehlern der Beobachtung oder vielmehr der Aufzeichnung zuschreiben: denn dem Ohre mangelt es nicht an der nöthigen Empfindlichkeit, um die Töne noch ge-

nauer zu unterscheiden; allein die Unvollkommenheit unserer Mittel, diese Töne zu bezeichnen, ihren Ort in der Tonleiter genau anzugeben, führt einige Unsicherheit in den Resultaten herbei.

8) Wir haben uns nun noch zu versichern, daß das eben aufgestellte Gesetz nicht bloß dem zum Versuch genommenen Metalle eigen ist, sondern auch für eine Saite aus jeder andern Materie gültig bleibt. Zu dem Ende brauchen wir nur die Resultate unserer Versuche mit denen der Rechnung in Tafeln zusammenzustellen. Die Vergleichung beider wird zeigen, daß das Gesetz jede mögliche Allgemeinheit hat.

Draht von käuflichem Messing. $p=0^k,000392$.

t' .	t .	P .	n .	Töne.	N . Erfahr.	N . Rechn.
0	0	0 ^k ,000	0	$la\sharp_2$	900	900
50	2500	0,823	552	$ut\sharp_3$	1067	1055
100	10000	3,292	1104	$fa\sharp_3$	1440	1424
150	22500	7,407	1656	si_3 —	1900	1885
200	40000	13,168	2208	$re\sharp_4$	2400	2384
250	62500	20,575	2760	sol^b_4 —	2913	2903
300	90000	29,628	3312	la_4 +	3460	3431
350	122500	40,327	3864	ut^b_4	3932	3967

Bei der letzten Spannung rifs der Draht, einige Augenblicke nachdem man die Anzahl seiner Schwingungen bestimmt hatte.

Eisendraht. $p=0^k,0003287$.

t' .	t .	P .	n .	Töne.	N . Erfahr.	N . Rechn.
0	0	0 ^k ,000	0	$re\sharp_3$	1200	1200
50	2500	0,822	552	fa^b_3	1311	1321
100	10000	3,287	1104	$sol\sharp_3$ +	1620	1631
150	22500	7,395	1656	ut_4 —	2030	2045
200	40000	13,148	2208	mi^b_4 +	2500	2513
250	62500	20,544	2760	$fa\sharp_4$	3000	3009
300	90000	29,583	3312	$la\sharp_4$ —	3530	3523
345,18	119150	39,166	3810		Reißen	

Angelassener Eisendraht. $p=0^k,000314$.

t'	t	P	n	Töne.	N . Erfahr.	N . Rechn.
0	0	0 ^k ,000	0	$re\sharp_3$	1200	1200
50	2500	0,785	552	$mi\sharp_3$	1333	1321
100	10000	3,140	1104	la^b_3	1638	1631
150	22500	7,065	1656	ut_4	2048	2045
200	40000	12,560	2208	mi_4-	2530	2513
244,04	59554	18,700			Reißen	

Stahldraht. $p=0^k,00018053$.

t'	t	P	n	Töne.	N . Erfahr.	N . Rechn.
0	0	0 ^k ,000	0	si_2+	970	970
100	10000	1,805	1104	sol^b_3	1475	1470
200	40000	7,221	2208	$re\sharp_4$	2400	2412
300	90000	16,248	3312	la_4+	3456	3451
400	160000	28,885	4416	re_3-	4551	4521
421	177260	32,000			Reißen	

Bleidraht. $p=0^k,0009025$.

t'	t	P	n	Töne.	N . Erfahr.	N . Rechn.
0	0	0 ^k ,000	0			390
10	100	0,090	110			
20	400	0,361	221			
30	900	0,812	331	ut_2+	518	512
40	1600	1,444	442	$re\sharp_2$	590	589
50	2500	2,256	552	$mi\sharp_2+$	675	676
50,53	2553	2,304	558	Reißen		

Bei dem letzten Versuch haben wir nicht bestimmen können, welchen Ton der Bleidraht, als Stab schwingend, liefert. Es war uns also unmöglich, die Zahl ν direct zu erhalten. Dieser Umstand ist jedoch kein Hinderniß für die Anwendung der Formel $N^2 = n^2 + \nu^2$, weil man, um ν in diesem Fall zu bestimmen, nur eine einzige Beobachtung bei irgend einer Spannung zu machen braucht. In der That, ist alsdann N bekannt, er-

hält man ν mittelst $\nu = \sqrt{N^2 - n^2}$. Da wir die Richtigkeit des Gesetzes durch die vorhergehenden Versuche hinreichend bewiesen zu haben glauben, so dürfen wir diese Folgerung ziehen, ohne in den Vorwurf zu verfallen, einen Zirkelschluss zu machen.

9) Aus unseren Untersuchungen geht hervor, daß man, um die Zahl von Schwingungen bei einer gespannten Saite zu bestimmen, diese Saite in zwei verschiedenen Zuständen betrachten muß. Man denkt sie sich zuvörderst nicht elastisch, aber gespannt, darauf nicht gespannt, aber elastisch. Die Summe der Quadrate aus den in jeder dieser Hypothese genommenen Schwingungszahlen ist gleich dem Quadrat der Zahl von Schwingungen, welche die Saite vollbringt, wenn sie zugleich elastisch und gespannt ist. Es verhält sich mit dieser letzten Zahl wie mit der Resultante zweier unter sich rechtwinklichen Kräfte.

10) Da dieses Gesetz unveränderlich bleibt für alle Spannung, von der nullgleichen bis zu der, welche die Saite zerreißt, so folgt, daß es nicht gebraucht werden kann, den Moment kennen zu lehren, wo die Molecularkräfte auf dem Punkt des Nachgebens stehen. Alles was wir in dieser Beziehung haben bemerken können, ist: daß die Schwingungen in dem Maasse leicht werden, einen desto stärkeren und reineren Ton geben, als die Belastungen stärker sind. Diese Eigenschaften erreichen also im Moment des Abreißens ihren Gipfelpunkt.

Diese Beobachtung giebt zu der folgenden Muthmaßung Anlaß. Wenn die Belastung sehr beträchtlich ist, fügt die Elasticität nur eine kleine Anzahl von Schwingungen zu der hinzu, welche die Spannung liefert; sie ist relativ nur eine äußerst schwache Kraft, und nur alsdann, wie oben gesagt, erlangt der Ton seine volle Reinheit. Andererseits weiß man, daß Stäbe ebenfalls sehr reine Töne liefern. In diesem Fall ist dagegen bloß die Elasticität im Spiel. Ist es nicht erlaubt zu glauben,

dafs die Natur des Tons von der Combination zweier Kräfte abhängt, und dafs er desto vollkommener sey, je weniger Einfluß eine dieser Kräfte hat? Wenn dem so ist, muß man, um reine Töne mit Saiten zu erhalten, diejenigen anwenden, welche möglichst wenig Elasticität haben und zugleich stark gespannt werden können. Die Darmsaiten sind in diesem Fall, und geben in der That einen viel sanfteren Klang als Metalldrähte.

VIII. *Notiz über die mehrfachen Töne der Stimmgabeln; von F. C. Henrici.*

Im dritten Bande von Dove's Repertorium der Physik theilt Hr. Röber auf S. 55 einige Beobachtungen über an Stimmgabeln wahrgenommene Nebentöne mit, welche die höheren Octaven der Haupttöne der Gabeln bildeten. Als ich, auf Veranlassung dieser Mittheilung, meine Stimmgabel in Beziehung auf einen solchen Nebenton untersuchte, fand ich bei wiederholter genauer Prüfung nicht nur einen, sondern gar drei verschiedene Nebentöne, unter denen sich jedoch die Octave des Haupttons nicht befand. Auch stand einer derselben in seiner Stärke gegen die übrigen auffallend zurück, und es bedurfte verschiedener Anschlagsweisen, um jeden der Nebentöne mit gehöriger Deutlichkeit hervortreten zu lassen.

Diese Wahrnehmung liefs mich wünschen, noch mehr Stimmgabeln von verschiedenen Haupttönen auf ihre Nebentöne untersuchen zu können, was mir durch die Gefälligkeit des Hrn. W. Ritmüller in Göttingen, des rühmlichst bekannten Verfertigers ausgezeichneten Pianofortes, möglich geworden ist. Ich erhielt von demselben acht Gabeln zur Benutzung, welche ich mit Sorgfalt wiederholt untersuchte. Die Ergebnisse der Unter-