wenn man das andere Ende des in dieselbe endenden Drahtes unmittelbar auf der Scheibe des zweiten Disjunctors schleifen läßt, und sie nicht erst mit dem Rade verbindet. Dreht sich die Stange der Disjunctoren, bei Anwendung von Quecksilbergefäßen, nicht centrisch, so werden die Zacken eines Rades nicht immer eintauchen, während die des andern eintauchen. Dann erhält man eine scheinbar schwächere Wirkung durch Anwendung des zweiten Disjunctors.' Es muß daher dieser Theil des Apparates mit Sorgfalt angefertigt werden, welches übrigens keine Schwierigkeit darbietet, besonders wenn man sich schleifender Drähte bedient.

V. *Ueber Biot's Behauptung, Galiläi sey
der erste Entdecker der Klangfiguren;
vom Prof. Strehlke.*

In Biot's Experimentalphysik, Th. I S. 388, findet sich folgende Stelle: »Hält man also den Ton einige Augenblicke hindurch an, so suchen alle die kleinen Sandkörner auf diesen Linien ihre Zuflucht, indem sie sonst nirgends einen Ruheort finden, und machen so die Gestalt der Knotenlinien sichtbar. Der Erfinder dieses sinnreichen Mittels ist Galiläi, wie aus dem ersten Tage seiner Dialogen über die Bewegung erhellt. Allein es gerieth wieder in Vergessenheit, bis auf die Zeit, wo Chladni die Entdeckung desselben, so zu sagen, erneuerte, indem er es auf eine große Anzahl von Versuchen über die Schwingungen elastischer Scheiben anwandte.«

Biot bestimmt die Stelle in Galiläi's Dialogen nicht genauer, wir werden also nöthig haben, mehrere Stellen, die sich auf den fraglichen Gegenstand beziehen,

einer genaueren Betrachtung zu unterwerfen, um diejenigen zu ermitteln, durch welche Biot veranlaßt worden ist, unserem Chladni die Ehre der ersten Entdeckung abzusprechen. Aber ich gestehe gleich von vorn herein, daß ich eine solche Stelle nicht habe finden können. Galiläi kommt erst gegen den Schluß des erwähnten ersten Dialogs über die Bewegung gleichsam episodisch auf akustische Probleme, die er an verwandte Probleme über Pendelschwingungen anknüpft.

Die von ihm, wie er sagt, in früher Jugend gemachte Beobachtung, daß ein einzelner Mensch die größte Glocke durch regelmäßige Impulse in eine solche Bewegung versetzen könne, daß sechs Menschen dieselbe nicht wieder augenblicklich zur Ruhe zu bringen vermöchten, sondern von derselben in die Höhe gehoben würden, erscheint ihm geeignet, über die Erscheinung Aufschluß zu geben, wie eine Saite durch die Luft hin andere Saiten zum Mittönen bringen könne. Galiläi's Worte sind: »Dieses Beispiel (von der Bewegung der Glocke) ist geeignet, Rechenschaft zu geben von jenem wunderbaren Problem der Saite einer Cithar oder eines Cimbals, welche nicht allein die Saite bewegt und zum Tönen bringt, die mit ihr im Einklange ist, sondern auch diejenige, welche von ihr um eine Octave oder Quinte verschieden ist. Die berührte Saite beginnt und setzt ihre Vibrationen so lange fort, als wir sie tönen hören. Diese Vibrationen lassen die anliegende Luft schwingen und erzittern, deren Bebugen und Kräuselungen bei ihrer Verbreitung durch einen großen Raum alle Saiten desselben Instruments, so wie die Saiten benachbarter Instrumente anstoßen« u. s. w.

»Diese durch die Luft sich verbreitende Undulation bewegt nicht allein Saiten und läßt sie schwingen, sondern auch jeden andern Körper, welcher zum Erzittern und Schwingen in demselben Tempo geeignet ist, als die erzitternde Saite, so daß, wenn man an den Bor-

den (*nelle sponde*) des Instruments Stückchen von starken Haaren (*pezzetti di setole*) oder von einem andern biegsamen Stoffe befestigt, man beim Tönen des Cimbals bald dieses, bald jenes Körperchen erzittern sehen wird, je nachdem die Saite berührt wird, deren Schwingungen in demselben Tempo geschehen, und es werden die übrigen Körperchen nicht bei dem Tone dieser Saite bewegt werden.“

Die Art der Befestigung der Haare ist nicht genauer angegeben, aber offenbar sind nur zwei Fälle möglich, Entweder waren sie an beiden Enden befestigt, oder wie Stäbe an einem Ende fest, frei schwingend mit dem andern Ende. Beide Male werden die Haare oder elastischen Körper tönen können. So spannte ich ein langes Pferdehaar durch Siegellack über ein hölzernes Lineal, und setzte ein aus einer Spielkarte geschnittenes Dreieck als Steg unter diese Saite. Darauf wurde die eine Abtheilung dieser Haarsaite mit dem Tone einer Stimmgabel in Einklang gebracht. Setzte ich nun den Fuß der Stimmgabel auf das Lineal, so erschien die genannte Abtheilung des Haares sehr deutlich bewegt, während die andere kürzere ganz ruhig blieb. Der Ton des Haares war nicht zu vernehmen, wegen des vorwaltenden stärkeren Tones der Stimmgabel. Bei einer kräftigeren Anregung, als sie die Stimmgabel der Luft mittheilen konnte, würde auch diese das Haar in schwingende Bewegung gesetzt haben.

»Streicht man mit dem Violinbogen eine dickere Saite einer Bafsgeige, und bringt ein dünnes, plattes Trinkglas in die Nähe, so wird, wenn der Ton der Saite im Einklange ist mit dem Tone des Trinkglases, dasselbe erzittern und merklich tönen. Dafs nun jene Schwingung des Mediums um den tönenden Körper sich auf einen gröfseren Abstand erstreckt, sehen wir ganz offenbar daraus, dafs, wenn wir ein mit Wasser gefülltes Trinkglas durch Reiben seines Randes mit dem Finger

zum Tönen bringen, wir das im Gefäße enthaltene Wasser in sehr regelmässiger Weise undulirend erblicken. Diesen Effect wird man noch besser wahrnehmen, wenn man den Fuß des Trinkglases auf den Boden eines hinlänglich weiten, bis an den Rand des Trinkglases mit Wasser gefüllten Gefäßes setzt, und nun auf dieselbe Weise durch Reiben mit dem Finger das Glas zum Tönen bringt, so wird man im Wasser sehr regelmässige Kräuselungen sehen, die mit großer Geschwindigkeit sich bis auf einen großen Abstand vom Glase verbreiten, ja sogar, wenn ich ein hinlänglich weites und mit Wasser gefülltes Trinkglas zum Tönen brachte, so gelang es mir öfters, Wellen von sehr regelmässiger Bildung zu sehen, und wenn es zuweilen geschah, daß der Ton des Glases zu einer Octave höher hinaufstieg, so sah ich gleichzeitig jede Welle sich in zwei Wellen theilen, welche Erscheinung auf das Deutlichste beweist, daß die Form der Octave in einer Verdoppelung bestehe.“

Bei diesem Versuche war offenbar Galiläi nahe daran, die ruhenden Stellen auf beiden Seiten des Trinkglases, sowohl der inneren als der äußeren Seite, wahrzunehmen; aber seine Worte lassen keinen Zweifel darüber, daß er sie nicht wahrgenommen habe. Auch ließen sich bei dieser Art der Tonerregung, wo die Knotenlinien fortrücken, wenn der reibende Finger seine Stelle auf dem Rande des Glases ändert, die Knotenlinien weniger leicht entdecken.

»Da man aber jene Wellen (fährt Galiläi fort) im Wasser nur so lange sehen und beobachten kann, als die Reibung mit dem Finger anhält, und da dieselben nicht einmal während dieser Zeit bleibend sind, wäre es nicht ein köstliches Ding, wenn wir solche Wellen beobachten könnten, die längere Zeit anhielten, nämlich Monate und Jahre hindurch, so daß sie mit Bequemlichkeit gemessen und leicht gezählt werden könnten? — Ich verdanke die folgende Beobachtung dem Zufalle. —

Wie ich mit einem Schaber (*con uno scarpello*) aus schneidendem Eisen eine Messingplatte schabte, um einige Flecke davon wegzubringen, und wie ich den Schaber mit Schnelligkeit auf derselben bewegte, so hörte ich ein Mal und zwei Mal zwischen vielen Streichungen ein Pfeifen und ein starkes deutliches Geschrill, und wie ich auf die Platte sah, so bemerkte ich eine lange Reihe von feinen, unter einander parallelen Strichen (*vidi un lungo ordine di virgoletti sottili*), die durch ganz gleiche Zwischenräume von einander getrennt waren. Als ich nun wieder zum Schaben zurückkehrte, so bemerkte ich öfter, daß der Schaber nur bei den Reibungen, welche das Geschrill hervorbrachten, Eindrücke auf der Platte zurückliefs; wenn aber das Streichen ohne Geschrill abging, so blieb auch nicht die geringste Spur von solchen eingedrückten Strichen. Als ich ein ander Mal das Spiel wiederholte, bald mit gröfserer, bald mit geringerer Geschwindigkeit schabend, so trat das Geschrill bald mit einem höheren, bald mit einem tieferen Tone auf, und ich bemerkte, daß die mit dem höheren Tone gebildeten Zeichen häutiger waren, weniger häufig bei dem tieferen Tone; und zuweilen auch, wenn beim Schlusse des Schabens eine gröfsere Schnelligkeit eintrat als zu Anfang, so hörte man den Ton sich fortwährend erhöhen, und die Striche sah man in gröfserer Anzahl, aber stets mit der gröfsten Nettigkeit und in genau gleichen Abständen von einander gezeichnet. Dazu fühlte ich, während durch das Schaben das Geschrill hervorgebracht wurde, das Eisen in meiner Faust erzittern und einen gewissen Schauer durch meine Hand laufen. In Summa sieht und zählt man, wie das Eisen genau dasselbe thut, was man thut, wenn man mit gedämpfter Stimme redet und dann einen kräftigen Ton anstimmt. Denn wenn man den Hauch entsendet, ohne einen Laut zu bilden, so empfindet man weder in der Kehle, noch in dem Munde irgend eine Bewegung entstehen im Ver-

gleich mit dem starken Zittern, welches man im Kehlkopf und im ganzen Rachen entstehen fühlt beim Ausstoßen der Stimme, und besonders bei einem tiefen und kräftigen Tone. Dann merkte ich unter den Saiten des Cimbals zwei an, welche mit jenen, bei den durch das Schaben entstandenen Lauten im Einklange waren — und fand sie genau um eine vollkommene Quinte verschieden, und wie ich darauf die Abstände der Striche, welche dem einen und dem andern Streichen angehörten, maafs, so fand sich, dafs der Abstand des einen 45 Theile enthielt, und 30 Theile des andern, welches in Wahrheit die der Quinte beigelegte Form ist.«

Wenn man eben von der Lesung der oben angeführten Stelle der Biot'schen Physik kommt, so ist man wohl geneigt, in der langen Reihe der *virgoletti* an Klangfiguren zu denken, welche beim Tönen der Platte sich in dem abgeschabten Messingfeilicht gebildet haben konnten. Wenigstens ist mir's anfangs so mit dieser Stelle gegangen, und noch mehreren Andern, welche ich auf diese Stelle aufmerksam gemacht habe. Eine genauere Erwägung derselben läfst indessen bei der Bestimmtheit der Beschreibung gar keinen Zweifel darüber, dafs hier nur von den feinen Linien die Rede ist, welche man erhält, wenn ein gewisses Hindernifs, welches immer mit derselben Kraft aufs Neue hervorgerufen wird, auf einer ebenen Fläche aufgehoben wird, worüber W. Weber in seiner ersten Abhandlung über die Zungenpfeife sich bestimmter ausspricht. Hieher gehört die Hervorbringung des Tons, wenn man mit angefeuchtetem Finger über eine polirte Tischfläche, oder über eine getünchte Wand hinfährt, wo man auf der ersten eine Reihe matter, auf der andern eine Reihe dunklerer Flecke findet, welche durch die Breitzung entstanden sind. In wie weit der gewählte Körper die Tonerzeugung begünstige (auf Tischplatten aus Holz bringt man leicht diese Töne hervor, auf grofsen polirten Granitmassen hat mir

die Erregung nicht gelingen wollen), mag für jetzt untersucht bleiben; nur bemerke ich noch, daß ich das von Galiläi beschriebene Experiment auf einem mehrere Fufs langen Stabe aus Zink mit einem etwas stumpfen Messer mit Leichtigkeit hervorgebracht habe. Ich erhielt durch einen einzigen Strich mit der Schärfe des Messers eine grofse Menge einander paralleler Einschnitte, welche auf der Längensaxe des Stabes senkrecht waren, und beinahe in gleichen Intervallen von einander abstanden. Durch eine raschere Bewegung des Messers erhielt ich auch höhere Töne. Waren diese Töne auch nicht gerade entwickelt, so waren sie doch deutlich genug, um von einander sicher unterschieden werden zu können.

Die angeführten Stellen sind die einzigen, welche auf die Klangfiguren bezogen werden könnten; aber in allen wird nirgends erwähnt, daß Galiläi ein Mittel gefunden habe, die ruhenden Stellen einer schwingenden Fläche durch kleine Körperchen sichtbar zu machen, was doch der Erfinder der Klangfiguren thun müfste; vielmehr ist anzunehmen, daß zu Galiläi's Zeit, wie noch lange nach ihm, die Ansicht galt, daß eine schwingende Fläche in allen Theilen in Bewegung sey.

VI. *Ueber Grundeisbildung; von Dr. Mohr in Coblenz.*

Im 53sten Bande der *Annales de chimie et de physique* entwickelt Gay-Lussac eine neue, sehr sinnreiche Erklärung der Grundeisbildung in Flüssen, im Gegensatz zu der bekannten Arago'schen Erklärung, mitgetheilt im *Annuaire* von 1833 ¹⁾. Arago leitet die Grundeisbildung von der Wirkung fester Körper auf eine übersättigte (überschmolzene, nach Frankenheim) Flüssigkeit ab; Gay-Lussac dagegen findet den Grund der Erstar-

1) Annalen; Bd. XXVIII S. 204.