

Annalen der Physik (Leipzig)

| Spindler, Paul (de Chemnitz). Annalen der Physik (Leipzig). 1830.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

[CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE](#)

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter reutilisationcommerciale@bnf.fr.

beobachtete Erkältungszeiten im luftleeren Raume von $+10^{\circ}$ bis 0° , für Zinn und Blei das Verhältniß der specifischen Wärmen ergaben $=55212:30173$, so dafs, wenn man mit Dulong und Petit die specifische Wärme des *Zinns* zu 0,0513 annimmt, die des *Bleis* aus dem in Rede stehenden Versuch sich ergab $=0,0295$.

Dulong und Petit fanden: 0,0293.

Durch dieselbe Methode nun erhielt ich:

specifische Wärme des Zinns: der des Rose'schen Metalls $=55212:34329$

oder die specifische Wärme des Rose'schen Metalls $=0,0338$.

Die Beobachtungsreihen selbst hier anzuführen, scheint mir für den Augenblick nicht am Orte zu seyn.

VIII. Ueber die Empfindlichkeit des Gehörorgans; von Hrn. Felix Savart.

(*Ann. de chim. et de phys. T. 44. p. 337.*)

Mehrere ausgezeichnete Physiker haben zu bestimmen gesucht, bis zu welcher Höhe und Tiefe die Töne noch wahrnehmbar für das Ohr des Menschen seyen. Man ist ziemlich allgemein darüber einig, die Gränze in der Tiefe auf den Ton festzusetzen, dem etwa dreissig einfache Schwingungen in der Secunde entsprechen. Diese Aufgabe kann zwar, wie wir weiter hin sehen werden, noch nicht für vollkommen gelöst angesehen werden, doch läßt Alles glauben, dafs man von der Wahrheit nicht sehr entfernt ist. Was die Gränze in der Höhe betrifft, mit deren Bestimmung ich mich in diesem Aufsatze eigentlich beschäftigen werde, so stimmen die Physiker hinsichtlich derselben bei weitem nicht überein. Chladni nimmt an, dafs

noch Töne hörbar seyen, die aus etwa 12000 einfachen Schwingungen in der Secunde entspringen. Biot setzt diese Gränze auf den Ton einer offenen Pfeife von 18 Linien Länge, welchem Tone er 8192 einfache Schwingungen in der Secunde beilegt. Wollaston behauptet niemals höhere Töne gehört zu haben, als die einer Pfeife von der Länge eines Viertelzolls; da er aber nicht sagt, ob die Pfeife offen oder gedeckt war, und welchen Durchmesser sie hatte, so kann man nicht wissen, wie viele Schwingungen durch sie hervorgebracht wurden. An einer anderen Stelle sagt dieser berühmte Physiker, daß die höchsten Töne, welche man wahrnehmen könne, aus sechs bis sieben hundert Mal schnelleren Schwingungen hervorgingen, als die tiefsten noch hörbaren Töne. Nimmt man nun an, die letzteren Töne entspringen aus dreißig einfachen Schwingungen in der Secunde, so folgt daraus, daß, nach Wollaston, die Gränze in der Höhe bei 18 bis 21000 einfachen Schwingungen in der Secunde liege. Mit einem Wort, wenn man die bis jetzt erschienenen Lehrbücher der Physik zu Rathe zieht, so hat man Gelegenheit sich zu überzeugen, daß noch kein genauer Versuch über diesen Gegenstand gemacht worden ist, und, daß die Akustik, seit Sauveur's Zeiten, in dieser Beziehung durchaus keinen wirklichen Fortschritt gemacht hat.

Die Erfordernisse zur Lösung dieser Aufgabe kommen auf zwei zurück. Das erste besteht offenbar in der strengen Bestimmung der Anzahl von Schwingungen des Körpers, welchen man ertönen läßt; das zweite in der Hervorbringung von Tönen, die ungemein hoch, aber doch stark genug sind, um gehört zu werden. Man könnte hoffen, diese Bedingungen durch Longitudinalschwingungen cylindrischer, an beiden Enden freier Stäbe zu erfüllen; denn, da einerseits die Gesetze dieser Bewegungsart wohl bekannt sind; so würde es immer leicht seyn, die Anzahl der Schwingungen eines Stabes von beliebiger Länge genau zu bestimmen, und, wenn man andererseits

zu dem Versuche Körper, wie Glas oder Stahl, nimmt, in denen sich der Schall mit großer Geschwindigkeit fortpflanzt, so könnte man glauben, daß die Stäbe eine hinreichende Länge behielten, um sie noch leicht in Schwingungen zu versetzen, und Töne von hinreichender Stärke mit ihnen zu bekommen.

Dem zufolge machte ich einige Versuche über diesen Gegenstand, und dabei fand ich, daß die meisten Personen noch sehr deutlich die Töne eines Glascylinders von 3 Millimeter Durchmesser und 159 Millimeter Länge hörten, obgleich diese Töne das Resultat von etwa 31000 Schwingungen in der Secunde waren. Als ich Stäbe von einem geringeren Durchmesser nahm, und versuchte, ob man sie noch mehr verkürzen könne, beobachtete ich, daß, wenn sie etwa eine Länge von 150 Millimeter hatten, sie also mehr als 33000 einfache Schwingungen in der Minute machten, ich den Ton bald hörte, bald nicht hörte, sey es, daß mein Ohr in einem Augenblick empfindlicher war, als in einem andern, was möglich wäre, oder daß ich den Stab nicht immer mit gleicher Geschicklichkeit in Erschütterung versetzte.

Ich versuchte auch mittelst transversaler Erschütterung kleiner Stahlstäbe zu demselben Resultate zu gelangen. Da der Stab eine ungleich geringere Masse besaß, und schwieriger zu erschüttern war, so hatten die Töne eine geringere Intensität; allein dennoch beobachtete ich, daß man, bei diesem Verfahren, selbst Töne, entspringend aus etwa 30 bis 32000 einfachen Schwingungen in der Secunde hören konnte. Da indess diese kleinen Stäbe mit einem ihrer Enden in einem Schraubstock befestigt waren, und man daher ihre Länge nicht genau bestimmen konnte, so sind diese Zahlen nur als eine, wiewohl von der Wahrheit nicht sehr entfernte Annäherung zu betrachten.

Viel schwieriger noch ist es zu einer genauen Bestimmung der Schwingungszahl zu gelangen, wenn man

sehr kleine Luftsäulen, nach Art der Orgelpfeifen in Bewegung setzt.

Das einzige Mittel zur Besiegung dieser Schwierigkeit bestünde darin, daß man Pfeifen von ähnlicher Gestalt anwendete, damit man von dem Gesetz, nach welchem für Luftmassen dieser Art die Schwingungszahlen sich umgekehrt wie die homologen Dimensionen verhalten, Gebrauch machen könnte. Da indess die Mundlöcher ebenfalls diesen Dimensionen proportional seyn müßten, so sieht man ein, daß diese Bedingung, bei der großen Kleinheit der Pfeifen, nur sehr unvollkommen erfüllt werden könnte. Auch ist es mir bei diesem Verfahren nicht möglich gewesen, mit Sicherheit über 20000 einfache Schwingungen in der Secunde hinauszugehen, da jenseits dieses Punktes die Töne zwar noch hörbar, aber nur sehr schwer vergleichbar sind.

Aus diesen ersten Versuchen schien demnach hervorzugehen, daß das menschliche Ohr keine Töne von mehr als etwa 32000 einfachen Schwingungen in der Secunde hören könne. Erwägt man indess, daß man, um diesen Punkt zu erreichen, Körper anwenden muß, die sehr unbedeutende Dimensionen haben, folglich Schwingungen von ungemein kleiner Amplitude machen, so ist die Frage natürlich, ob dem menschlichen Ohr hier wirklich ein Ziel gesteckt sey, oder ob nicht, selbst bei dieser Gränze, der Ton nur aus Mangel an hinreichender Stärke un wahrnehmbar werde.

Um diese Schwierigkeit zu heben, muß man die Töne durch ein solches Verfahren hervorbringen, daß man die Amplitude der Oscillationen vergrößern, oder allgemeiner die Schärfe der gegen die umgebende Luft ausgeübten Stöße nach Belieben erhöhen, zugleich aber auch die Anzahl der Schwingungen oder der gegen die äußere Luft erzeugten Schläge mit Leichtigkeit und grosser Genauigkeit bestimmen könne. Es schien mir, daß

man diesen Zweck vollkommen erreichen werde mittelst eines mehr oder weniger schnell gedrehten Rades, versehen am Umfange mit einer zweckmäßigen Zahl von Zähnen; die nach einander gegen einen auf einer Unterlage befestigten dünnen Körper schlagen, z. B. gegen eine Karte oder ein keilförmig zugeschnittenes Blättchen von leichtem Holze. In der That war es natürlich zu glauben, daß man dadurch Töne erhalten würde, deren Höhe und Tiefe, wie bei der Sirene des Hrn. Cagniard Latour, von der gröfseren oder geringeren Zahl der in einer gegebenen Zeit hervorgebrachten Schläge abhingen. Und da man bei dieser Einrichtung die Schärfe der Schläge nach Belieben erhöhen kann, wenn man bei beibehaltener Zahl der Zähne den Durchmesser des Rades vergrößert, so ist klar, daß man mittelst zweckmäßig eingerichteter Räder die höchsten Töne der musikalischen Skale ohne Verringerung ihrer Intensität wird hervorbringen können.

Meine ersten Versuche wurden mit einem Rade von Messing angestellt, das 24 Centimeter im Durchmesser hielt und 360 Zähne auf seinem Umfang trug. Die Töne, welche es hervorbrachte, erhöhten und senkten sich, je nachdem die Umdrehungsgeschwindigkeit gröfser oder kleiner ward; und obgleich dieser erste Apparat keinen Zähler besafs, so gelang es doch leicht, mit Hülfe eines Chronometers zu erweisen, daß die erhaltenen Töne immer im Verhältnifs zu der Rotationsgeschwindigkeit standen. Wenn z. B. diese Geschwindigkeit verdoppelt wurde, stieg der Ton um eine Octave; und wenn man den vom Rade hervorgebrachten Ton mit dem Monochord in Einklang brachte, so fand sich, daß die Zahl der Schläge genau eben so grofs war, wie die der Doppelschwingungen der Saite.

Die Töne dieses kleinen Apparats waren sehr rein, sobald die Zahl der Schläge nicht drei- bis viertausend in der Secunde überschritt, was sechs- bis achttausend ein-

fachen Schwingungen entspricht, weil hier, wie bei der Sirene, der Schlag und die ihm folgende Stille als eine Doppel-Schwingung betrachtet werden müssen. Ueber diese Gränze hinaus wurde der Ton schwach und verlor bedeutend an seiner Reinheit. Es war also klar, dafs man, um weiter zu gehen, ein Rad von gröfserem Durchmesser nehmen, die Zahl der Zähne aber nicht vermehren müsse, damit, bei Beibehaltung der anfänglichen Umdrehungsgeschwindigkeit, die Schläge, in Folge der gröfseren Abstände zwischen den Zähnen, mehr gesondert von einander wären. Ich nahm daher statt des ersten Rades ein neues, ebenfalls von Messing, aber 48 Centimeter im Durchmesser haltend und 400 Zähne auf dem Umfang tragend. Nun liefen sich sehr reine Töne hervorbringen, selbst als die Umdrehungsgeschwindigkeit so grofs war, dafs zehntausend Schläge in der Secunde geschahen. Ueber diesen Punkt hinaus verlor der Ton viel an seiner Stärke, und bei 12 bis 15000 Schlägen in der Secunde hörte er auf wahrnehmbar zu seyn.

Da diese Zahl diejenige noch nicht überstieg, welche ich mit longitudinal-schwingenden Stäben erreicht hatte, so richtete ich einen andern Apparat ein, dessen gezähntes Rad, gleichfalls von Messing, 82 Centim. im Durchmesser hielt und 720 Zähne auf dem Umfang trug. Nun hörte man die Töne selbst noch bei 24000 Schlägen in der Secunde, was 48000 einfachen Schwingungen entspricht, und obgleich die Stärke des Tons, die bei 12 bis 15000 Schlägen in der Secunde sehr grofs war, alsdann anfangs bedeutend abzunehmen, so kann ich doch nicht sagen, bei welchem Punkte der Ton vollständig unwahrnehmbar geworden wäre, weil das Rad, mittelst dessen ich das gezähnte Rad in Bewegung setzte, nicht grofs genug war, um die Umdrehungsgeschwindigkeit noch mehr zu erhöhen.

Es verdient bemerkt zu werden, dafs ich selbst nicht der Einzige war, welcher so hohe Töne hören konnte,

sondern, daß sie von allen Personen, die mir bei meinen Versuchen halfen, gehört wurden. Es ist also nicht richtig, wie Wollaston that, zu sagen, daß die Gränze, über welche hinaus hohe Töne nicht mehr gehört werden, verschieden sey nach den Personen. Indefs können die von diesem schätzbaren Physiker beobachteten Thatsachen in aller Strenge richtig seyn, nur müssen sie anders ausgelegt werden. Ein hoher Ton von einer bestimmten Stärke kann nämlich von einigen Personen gehört, von anderen nicht gehört werden, nicht wegen des Grades seiner Höhe, sondern wegen des Grades seiner Stärke *).

Es scheint demnach aus diesen Versuchen hervorzugehen, daß, wenn man fortfährt den Durchmesser des gezähnten Rades und die Geschwindigkeit der Umdrehung zu vergrößern, ohne die Zahl der Zähne zu verändern, man würde Töne hervorbringen können, die noch hörbar wären, obgleich sie aus sehr viel mehr als 24000 Schlägen in der Secunde entsprängen. Indefs für den Augenblick war es mir unmöglich, die Versuche weiter zu treiben, da die Maschinen, welche ich dazu verfertigen lassen mußte, sehr kostbar sind.

Die Rolle, welche die Vergrößerung des Durchmessers bei diesen Erscheinungen spielt, kann man durch einen sehr einfachen Versuch nachweisen. Man braucht

*) Sollte dieser Ausspruch nicht ein wenig ungerecht gegen Wollaston seyn? — Den Einfluß der Stärke der Töne auf deren Hörbarkeit wird wohl niemand läugnen; ist es aber gewiß, daß Hr. Savart mit den *starken* Tönen, die er hervorbrachte, schon die Gränze der Hörbarkeit erreichte, die Wollaston mit seinen *schwachen* Tönen vielleicht schon überschritten hatte. Hr. Savart selbst meint ja, mit vollkommenen Instrumenten noch höhere Töne hervorzubringen, als er bereits hervorbrachte.

Auch wäre es nicht unmöglich, daß der *Klang* der Töne, jenes räthselhafte Etwas, welches uns, bei gleicher Höhe, z. B. den Ton eines Waldhorns augenblicklich von dem einer Geige unterscheiden läßt, von Einfluß wäre auf die Empfindlichkeit des Gehörorgans, gleichwie das Auge auch nicht von allen Farben gleich stark ergriffen wird. P.

nämlich nur eine Scheibe zu nehmen, sie mit einer hinlänglich großen Anzahl diametraler Furchen zu versehen, und durch Schläge, welche man gegen diese richtet, den Ton hervorbringen. Bringt man den schlagenden Körper sehr nahe an den Mittelpunkt der Scheibe, so erhält man einen sehr schwachen und unreinen Ton; nähert man ihn dagegen allmähig dem Umfang, so nimmt der Ton an Stärke zu, und erreicht der Körper das Ende der Furchen, so gelangt der Ton auf das Maximum seiner Reinheit und Stärke. Diefes Resultat steht übrigens mit Allem in Einklang, was man über die Intensität der Töne weiß.

Da die Zahl der Schläge, die ich mit dem 82 Centimeter im Durchmesser haltenden Rade bekam, schon sehr groß war, und die Grenzen, welche man für die hörbaren Töne festgesetzt hatte, bedeutend überschritt, so war es nothwendig einerseits, ein Mittel zur genauen Messung der Umläufe des Rades zu haben, und andererseits sich zu versichern, daß der dünne Körper, gegen den die Zähne schlugen, nicht an sich in schwingende Bewegung gerieth, vermöge welcher er z. B. die Zähne nur einen um den andern, oder einen um den dritten trafe.

Um die erste Schwierigkeit zu heben, könnte man an der Axe des Rades einen Zähler anbringen; allein dies Mittel, von dem ich anfänglich Gebrauch machte, gestattet keine leichte Anwendung, sobald die Geschwindigkeit sehr groß wird. Vorzüglicher schien es mir, die Zahl der Umläufe durch den Ton eines zweiten gezähnten Rades zu bestimmen, welches einen kleineren Durchmesser besaß und eine dreißig- bis vierzigmal geringere Zahl von Zähnen, als das größere Rad auf seinem Umfang trug. Da der Ton dieses zweiten Rades viel tiefer war, so konnte man ihn leicht mit dem Monochord in Einklang bringen, und die Zahl der erzeugten Schwingungen berechnen, aus der sich dann leicht die Zahl der Umläufe des Rades ergab.

Was die zweite Schwierigkeit betrifft, nämlich die

Voraussetzung, daß der dünne Körper periodisch eine gewisse Anzahl von Zähnen überschlage, so kann man sie auf zwei verschiedene Weisen beseitigen. Das erste besteht darin, daß man auf einer und derselben Axe mehrere gezähnte Räder anbringt, deren Durchmesser und Dicke gleich sind, deren Zähnezahl aber in einfachen Verhältnissen stehen, sich wie die entsprechenden Schwingungsmengen einiger Töne der Tonleiter verhalten, und, daß man sieht, ob, bei gleichförmiger Umdrehungsgeschwindigkeit, der Accord, welchen man erhält, wirklich der ist, den man hervorzubringen beabsichtigte. Da vier Räder, die 200, 250, 300 und 400 Zähne trugen und folglich einen vollkommenen Accord geben mußten, in der That diesen Accord gaben, so folgte natürlich daraus, daß der dünne Körper, gegen den die Zähne schlugen, keinen derselben dabei übersprang, zumal da dieser sehr kurz mit den Fingern gehalten wurde; ein Umstand, welcher schon allein ein Schwingen desselben fast unmöglich macht.

Das zweite Verfahren, welches viel einfacher ist, besteht darin, daß man, senkrecht gegen die Ebene des Rades, durch eine Röhre von etwas kleinem Durchmesser einen Luftstrom auf die Zähne des Rades treibt. Klar ist, daß hiedurch ein analoger Effect, wie in der Sirene des Hrn. Cagniard Latour, hervorgebracht wird, d. h., daß durch die Luft, die jedesmal, wenn eine der zwischen den Zähnen befindlichen Lücken vor die Mündung tritt, zur Röhre hinausströmt und periodisch gegen die äußere Luft stößt, ein Ton entstehen muß. Der erhaltene Ton muß folglich der nämliche seyn, wie der, welcher aus dem Stofs der Zähne gegen den dünnen Körper hervorgeht, sobald dieser keinen Zahn unberührt überspringt. Nun zeigt die Erfahrung, daß man, bei gleichzeitiger Anwendung dieser beiden Verfahrensarten, von einem wie vom andern genau denselben Ton bekommt. So wie hier das Spiel der Sirene ein Mittel zur Bestätigung meiner Versuche abgiebt, so liefern umgekehrt meine

Versuche die vollständigste Probe von der Genauigkeit der Theorie, welche Hr. Cagniard Latour von seinem sinnreich erdachten Instrument aufgestellt hat.

Die Frage über die Gränze, jenseits welcher die hohen Töne unwahrnehmbar sind, scheint natürlich mit der Bestimmung der mehr oder weniger langen Zeit verknüpft, während der die Schläge oder periodischen Stöße sich wiederholen müssen, damit man die Empfindung eines anhaltenden und vergleichbaren Tones bekomme. In der That muß eine Art von Abhängigkeit bestehen zwischen dem Grade von Empfindlichkeit, welcher uns das Hören von ungemein hohen Tönen gestattet, und demjenigen, welchen wir besitzen müssen, um Töne, die nur eine ungemein kurze Zeit dauern, wahrzunehmen, denn die hohen Töne, welche vergleichbar sind, müssen betrachtet werden als das Resultat einer Folge von Getösen oder Schallen, welche nur eine sehr kurze Zeit dauern, aber dennoch einzeln einen Eindruck auf das Gehörorgan machen.

Die neuen Mittel zur Tonerzeugung, von denen ich oben sprach, eignen sich ganz besonders zur Untersuchung der erwähnten Frage. Nehmen wir z. B. an, man habe ein Rad, mit tausend Zähnen besetzt, das sich in einer Secunde einmal umdrehe. Man zeichne den Ton auf und nehme von der Hälfte des Umfangs die Zähne fort. Klar ist, daß der Ton dadurch nicht geändert wird, weil in einer der halben Secunden genau dieselbe Zahl von Schlägen geschieht, wie vor der Wegnahme der Zähne; nur wird auf den Ton eine Stille von einer halben Secunde folgen, wenn der Eindruck auf das Gehörorgan nicht länger dauert, als die Thätigkeit der Ursache, welche ihn hervorbrachte. Wirklich zeigt die Erfahrung, daß die Sachen sich so verhalten, nämlich: daß man, nach Fortnahme einer mehr oder weniger beträchtlichen Zahl von Zähnen, im Allgemeinen einen unterbrochenen Ton bekommt, welcher aber dieselbe Tonhöhe besitzt, wie wenn alle Zähne da sind.

Es handelt sich also darum, dafs man untersuche, wie viel Zähne man so fortnehmen könne, ohne dafs der Ton seine wesentlichen Eigenschaften verliere. Zu dem Ende verfertigte ich ein Rad, dem man nach Belieben alle Zähne nehmen und wieder geben konnte; auch richtete ich mehrere andere Apparate ein, die keine besondere Beschreibung verdienen, die aber alle zu demselben Zweck dienen, wie das Rad mit den beweglichen Zähnen. Mittelst dieser Vorrichtungen fand ich, dafs, wie schnell sich auch das Rad drehte, und wie grofs auch die Zahl der Zähne war, man sie doch alle bis auf zwei fortnehmen konnte, ohne dafs der Ton, bis zu dieser Gränze, seine Eigenschaften, d. h. seine Höhe, änderte, und dafs es, mit einiger Achtsamkeit, immer möglich war, den Einklang mit ihm auf einem Instrumente herzustellen.

Es folgt daraus: 1) dafs zwei einander folgende Stöße oder Schläge hinreichend sind, einen vergleichbaren Ton zu bilden, und, dafs folglich vier einfache Schwingungen dasselbe Resultat geben; 2) dafs die Zeit, welche zwischen den beiden Schlägen verfließt, den Grad der Höhe des Tons bedingt; zwei Schläge z. B., die in doppelt so grofser Zwischenzeit erfolgen, geben die untere Octave, geschehen sie aber in dreimal geringerer Zeit, geben sie die obere Quinte der Octave u. s. w.; 3) dafs die Dauer, welche ein Ton haben mufs, um gehört zu werden, allein von dem Zeitraum abhängt, der zwischen zwei diesen Ton hervorbringenden periodischen Schlägen vorhanden ist, folglich, dafs dieser Zeitraum desto kürzer ist, je höher der Ton ist.

Da wir nun oben gefunden haben, dafs 20000 einfache Schwingungen oder 10000 Schläge in der Secunde einen Ton geben, welchen das Ohr noch vergleichen kann, so folgt, dafs diefs Organ noch alle Eigenthümlichkeiten einer Erscheinung, die nur ein Fünftausendstel einer Secunde dauert, wahrnehmen kann. Allein diese Folgerung, welche anfangs streng richtig erscheint, ist es nicht, weil

es geschehen könnte, daß die Erschütterung des Zahns, welcher zuletzt geschlagen wurde, noch eine sehr kleine Zeit hindurch fort dauerte, nachdem die Ursache dieser Erschütterung schon zu wirken aufgehört hat. Indefs läßt sich annehmen, daß diese Zeit ungemein klein sey, sobald die einander stossenden Körper, wie im gegenwärtigen Fall, sehr unbeträchtliche Dimensionen, besonders in der Länge, besitzen.

Läßt man auf dem Umfang des Rades nur Einen Zahn stehen, so erzeugt der einzige Schlag, welchen man dann bei jedem Umlauf des Rades erhält, zwar immer noch einen Ton, welcher aber, was die Höhe oder Tiefe betrifft, keine Beziehung hat zu denen, welche man erhält, wenn man zwei oder mehrere Zähne stehen läßt. Er ist immer derselbe, wie groß auch die Umdrehungsgeschwindigkeit seyn mag *); und man begreift, daß dem so seyn muß, weil er immer aus dem Ton zweier Körper gegen einander entspringt, und weil diese Körper in allen Fällen dieselben Dimensionen besitzen. Es ist nur zu bemerken, daß, wenn das Rad mehr als 32 Umläufe in der Secunde macht, die periodische Wiederkehr des Schlages auf den Zahn einen eigenthümlichen und aushaltenden Ton erzeugt, der desto höher ist, je beträchtlicher die Zahl der Umläufe ist.

Ein einziger Schlag erzeugt für sich einen Schall oder ein wahrnehmbares Geräusch, und da andererseits das Ohr, wie wir oben gesehen haben, Töne hören kann, welche aus etwa 24000 Schlägen in der Secunde entspringen, so folgt daraus, daß ein Schall oder ein Geräusch, welches nur ein Vierundzwanzigtausendstel einer Secunde dauert, wahrnehmbar, übrigens aber nicht mehr vergleich-

*) Man sollte indess meinen, daß, wenn die Umdrehungsgeschwindigkeit nur groß genug wäre, damit der Zeitraum zwischen zwei Schlägen des einen Zahns gleich würde dem Zeitraum zwischen den Schlägen zweier Zähne, auch in beiden Fällen derselbe Ton entstehen müßte. P.

bar ist. Allein hier stellt sich, wie wir sogleich sehen werden, die Fehlerquelle ein, welche aus der Fortdauer der Bewegung nach dem Stofs entspringt. Indefs wenn auch diese Resultate unter diesem Gesichtspunkt noch Einiges zu wünschen übrig lassen, so kann man doch als wohl erwiesen annehmen, dafs ein Schall oder ein Geräusch, dessen Dauer nur einen sehr kleinen Bruchwerth der Secunde beträgt, wahrgenommen und seiner Tonhöhe nach bestimmt werden kann.

Es ist nothwendig, hier zu bemerken, dafs die Dauer der Erscheinung, welche die Empfindung des Tons erzeugt, sorgfältig von der Dauer dieser Empfindung unterschieden werden mufs. Man weifs nämlich, dafs der Eindruck auf ein Organ noch einige Zeit anhält, nachdem die Ursache dieses Eindrucks schon zu wirken aufgehört hat. Wenn man z. B. eine glühende Kohle im Kreise herumschwenkt, so weifs Jedermann, dafs man, wenn dies mit hinreichender Geschwindigkeit geschieht, eine kreisrunde feurige Linie sieht. Es ist natürlich zu glauben, dafs das Beharren der Empfindung, welche hier, im Auge, diese Erscheinung hervorruft, sich auch bei dem Gehörorgane wiederfinde. Ich habe daher zu bestimmen gesucht, wie lange die Empfindung noch anhalte, nachdem die Ursache zu wirken aufgehört hat, und dazu schienen die gezähnten Räder ein leichtes Mittel darzubieten.

Gesetzt ein Rad drehe sich mit gleichförmiger und bekannter Geschwindigkeit, und man nehme ihm einen seiner Zähne; so ist klar, dafs dadurch eine Unterbrechung in dem Tone entstehen wird, sobald die Empfindung nicht noch nach beendigter Wirkung der erzeugenden Ursache anhält; und, wenn sie eine mehr oder weniger lange Zeit hindurch anhält, wird man sie messen können durch die Zahl der Zähne, welche man fortnehmen mufs, um die Unterbrechung wahrnehmbar zu machen. Ich habe zu verschiedenen Malen Versuche über diesen Gegenstand angestellt, und dadurch auch auf eine unzwei-

felhafte Weise ermittelt, daß der Eindruck noch einige Zeit anhält, nachdem die erzeugende Ursache nicht mehr wirkt; allein bis jetzt ist es mir unmöglich gewesen, in dieser Beziehung zu genauen Bestimmungen zu gelangen, weil der Eindruck allmählig erlischt, und weil man, wenn er sehr schwach wird, nicht sagen kann, ob er noch besteht oder völlig verschwunden ist. Ueberdies schien es mir, daß die Empfindlichkeit meines Gehörorgans nicht immer gleich war; denn es geschah mir mehrere Male, daß ich, um die Unterbrechung wahrzunehmen, eine weit größere Zahl von Zähnen fortnehmen mußte, als bei anderen Versuchen, die ich einige Stunden oder einige Tage vorher angestellt hatte. Ich habe auch bemerkt, daß mehrere Personen, welche mich bei meinen Versuchen unterstützten, fast immer ein von dem meinigen verschiedenes Urtheil über die von uns gemeinschaftlich beobachtete Erscheinung fällten.

Es steht nicht zu bezweifeln, daß, wenn ein Ton anhaltend seyn soll, der Eindruck eines jeden Schlages so lange mit einer gewissen Stärke beharren muß, bis der Eindruck von dem folgenden Schlage geschehen ist; ohne dieß würde man nur getrennt das Geräusch von jedem einzelnen Schlage hören. Giebt man demnach einem Rade, das mit einer sehr kleinen Zahl von Zähnen besetzt ist, anfangs eine sehr langsame, und dann eine immer mehr und mehr beschleunigte Umdrehungsbewegung, so wird man anfänglich die Schläge gegen den dünnen Körper einzeln unterscheiden und keinen anhaltenden Ton beobachten; hierauf wird man zwar einen Ton wahrnehmen, welcher aber, wenn ich den Ausdruck gebrauchen darf, gehackt erscheint, und dieß rührt offenbar davon her, daß das Ende des Eindrucks, welchen das Gehörorgan bei jedem Schlage empfängt, sich mit dem folgenden Eindruck zu verknüpfen anfängt. Endlich folgen die Schläge einander mit größerer Geschwindigkeit, der Ton wird sehr rein und sehr stark; allein diese Stärke nimmt ab, und

der Ton verschwindet sogar gänzlich, sobald die Umdrehungsgeschwindigkeit sehr groß wird; ohne Zweifel, weil alsdann die Schläge nicht mehr rein genug ansprechen.

Mit einem Wort, es scheint unumgänglich, wenn wir die Empfindung eines vollen und anhaltenden Tons bekommen sollen, daß die auf das Gehörorgan gemachten Eindrücke um eine gewisse Größe in einander greifen. Dies ist wahrscheinlich die Ursache, weshalb man den Durchmesser des Rades in dem Maße vergrößern muß, als man höhere Töne erzielen will, weil man dadurch nur die Dauer des Eindrucks eines jedes Schlages verändert. Aus dem umgekehrten Grunde scheint es auch nicht zweifelhaft, daß man tiefere Töne, als die aus 30 bis 32 einfachen Schwingungen in der Secunde erfolgenden, wahrnehmen würde, wenn man ein Mittel fände, Schläge hervorzubringen, deren Eindrücke länger als ein Sechzehntel der Secunde anhielten.

Ich schliesse mit der Bemerkung, daß die Töne, welche sich mit gezähnten Rädern hervorbringen lassen, mit Vortheil angewandt werden können, um, bei vielen Maschinen, die Zahl der Umläufe der Axen zu bestimmen und sich von der Gleichförmigkeit ihrer Umdrehung zu überzeugen. Die Anwendung dieses Verfahrens ist so einfach, daß ich es für überflüssig halte, darüber weiter in Detail einzugehen.

IX. *Ueber einige Eigenschaften der vom Lichte auf das Gesichtsorgan hervorgebrachten Eindrücke; von J. Plateau.*

(*Dissertation sur quelques propriétés des impressions produites par la lumière etc., par J. Plateau de Bruxelles. Liège 1829.*)

Jedermann weiß, daß man, wenn eine glühende Kohle rasch im Dunkeln herumgeschwenkt wird, eine leuchtende
Curve

ANNALEN
DER
PHYSIK
UND
CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

ZWANZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE SECHSUNDNEUNZIGSTER.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1830.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIOUS BARTH.

3

Inhalt

des Bandes XX der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

	Seite
I. Ueber die Beugung der Glasoberfläche beim Zerspringen; von E. H. Weber und W. Weber.	1
II. Versuche über den Widerstand des Blei's beim Zerdrücken, und über den Einfluss eines unbestimmbaren Oxydgehalts auf die Härte desselben; von C. Coriolis.	17
III. Ueber den Zusammenhang zwischen Brechungsvermögen und Polarisationswinkel an Körpern von einfacher Strahlenbre- chung; von August Seebeck.	27
IV. Ueber die Zusammensetzung der Kamphersäure und des Kampfers; von J. Liebig.	41
V. Chemische Untersuchung der Espenrinde. Merkwürdiger Salicingehalt mehrerer Pappelarten. Das Populin, ein neuer Pflanzenstoff; von H. Braconnot.	47
VI. Ueber Ulmin (Ulmsäure) und Azulmsäure; von P. Boullay.	63

505 B
A614

646950

VII. Ueber das Wasser des Weltmeers in verschiedenen Tiefen, in Rücksicht auf die Temperatur und den Salzgehalt; von E. Lenz.	73
Beschreibung des angewandten Bathometers, S. 78.	
— Beobachtete Resultate und deren Correctionen, S. 90. — Berichtigte Temperaturen in der Tiefe, S. 106. — Salzgehalt in verschiedenen Tiefen, S. 108.	
— Salzgehalt an der Oberfläche, S. 110. — Resultate der darüber angestellten Wägungen, S. 129.	
VIII. Ueber die Niveaudifferenz zwischen dem stillen und atlantischen Meere.	131
IX. Auszug aus den officiellen Verhandlungen über die in Frankreich vorgenommene Berichtigung des in Europa bisher allgemein üblichen Cupellationsverfahrens, um Silberlegirungen auf ihren Gehalt an feinem Silber zu probiren. . .	141
X. Ueber die Verbindungen des Ammoniaks mit wasserfreien Salzen; von Heinrich Rose.	147
XI. Ueber die Gewinnung des Selens aus dem Selenschwefel.	165
XII. Ueber die Chloroxalsäure.	166
XIII. Ueber einige Erscheinungen bei Fällung der Eisenoxysalze durch neutrale kohlen-saure Alkalien; von S. Soubeiran.	170
XIV. Ueber die Verbindung der Schwefelsäure mit salpetriger Säure und über die Theorie der Schwefelsäurebildung; von Hrn. Bussy.	174

Zweites Stück.

I. Ueber die specifische Wärme fester Körper, insbesondere der Metalle; von Wilhelm Weber.	178
II. Ueber die Messung elektrischer Ströme, oder Vorschlag zu einem vergleichbaren Galvanometer; von L. Nobili.	213
III. Beschreibung eines Thermo-Multiplifiers oder elektrischen Thermoskops; von L. Nobili.	245

	Seite
IV. Ueber die Wirkung der Electricität auf die bei Erwärmung phosphorescirenden Mineralien; von Th. J. Pearsall.	252
V. Ueber gewisse Erscheinungen bei Einwirkung des Quecksilbers auf verschiedene Metalle; von J. F. Daniell.	260
VI. Ueber die Bestimmung des Wassergehalts der Atmosphäre; von C. Brunner.	274
VII. Bemerkungen über die Ursache der Stockung im Erkalten gewisser flüssigen Legirungen; von A. Erman.	282
VIII. Ueber die Empfindlichkeit des Gehörorgans; von F. Savart.	290
IX. Ueber einige Eigenschaften der vom Licht auf das Gesichtorgan hervorgebrachten Eindrücke; von J. Plateau.	304
X. Ueber das Nordlicht vom 19. und 20. December 1829; von H. W. Dove.	333
XI. Ueber einen optisch merkwürdigen Arragonitkrystall und über die Eigenschaft des Glimmers und Gypses, das Licht zu polarisiren; von F. v. Kobell.	342
XII. Ueber das Althäin oder Asparagin der Althäwurzel; von Wittstock.	346
XIII. Notiz über die Nichtexistenz der Schwefelsensäure, und über die Gegenwart von Schwefelcyan-Calcium im Senfsaamen; von J. Pelouze.	358
XIV. Ueber den Mineralkermes; von J. J. Berzelius.	364
XV. Mittel, die Gegenwart von Chlormetallen in Brommetallen aufzufinden.	367

Drittes Stück.

I. Untersuchungen über die Cyansäuren; von J. Liebig und F. Wöhler.	369
II. Ueber die krystallographische Bezeichnung der Formen des klinorhombischen Systems; von F. v. Kobell.	401

	Seite
III. Ueber die polarisirende Eigenschaft des Glimmers und einiger anderen Mineralien; von F. v. Kobell	412
IV. Thermoelektrische Beobachtungen, mitgetheilt in der Versammlung der Naturforscher und Aerzte zu Hamburg; von G. W. Muncke	417
V. Ueber eine Methode die Variationen in der Richtung der tellurisch-magnetischen Kraft zu messen, und über einige Anwendungen derselben; von L. Moser	431
VI. Ueber die freiwillige Entzündung gepulverter Kohlen; von Aubert	451
VII. Ueber die Bereitung des Schwefeläthers; von C. Wittstock	461
VIII. Ueber die krystallinische Verbindung, welche sich bei Bereitung der Schwefelsäure erzeugt; von Gaultier de Claubry	467
IX. Ueber den Johannit, eine neue Mineralspecies; von W. Haidinger	472
X. Ueber eine auffallende Verminderung des specifischen Gewichts, die der Vesuvian durch das Schmelzen erleidet; von G. Magnus	477
XI. Wie genau kannte man am Ende des achtzehnten Jahrhunderts das Gewicht unserer Atmosphäre? von J. F. Benzenberg	483
XII. Ueber den mittleren Stand des Wärmemessers in Düsseldorf; von Demselben	485
XIII. Wirkung des Arseniks auf die Pflanzen; von E. F. Leuchs .	488
XIV. Neue Versuche über die bitteren Mandeln und deren ätherisches Oel; von Robiquet und Boutron-Charlard . .	494
XV. Ueber ein neues Verfahren zur schnellen Darstellung ganz reiner Jodsäure, und über ein Mittel, die kleinste Menge irgend eines Pflanzenalkali's aus seiner weingeistigen Lösung niederzuschlagen; von Sérullas	515

	Seite
XVI. Die Lagerstätte der Diamanten. Untersuchung von Moritz v. Engelhardt.	524
XVII. Note über ein Sublimat von Kieselerde; von H. Hefs in St. Petersburg.	539
XVIII. Neue Methode, den Gehalt an Eisenoxyd und Eisenoxydul einer in Säuren löslichen Substanz zu bestimmen.	541
XIX. Ueber eine Legirung aus Zinn und Eisen in festem Verhältnifs.	542
XX. Nachtrag zu dem im vorhergehenden Hefte befindlichen Aufsatz über einige Eigenschaften der vom Licht auf das Gesichtorgan hervorgebrachten Eindrücke.	543

Viertes Stück.

I. Ueber gleichzeitige Störungen der täglichen Veränderung der magnetischen Kraft und Abweichung; von H. W. Dove.	545
II. Beiträge zur Kenntnifs einiger Manganverbindungen; von Rudolph Brandes.	556
III. Wirkung der Bromsäure und der Chlorsäure auf den Alkohol; von Serullas.	591
IV. Ueber die jodsauren und chlorsauren Pflanzenalkalien; von Serullas.	595
V. Trennung des Chlors und Broms aus einem Gemenge ihrer Verbindungen mit Alkalimetallen. Erkennungsmittel, ob eine Flüssigkeit das Chlorjod als solches oder in Chlorwasserstoff- und Jodsäure zerfällt enthalte; von Serullas.	607
VI. Ueber die Sauerstoffabsorption des Silbers in hoher Temperatur; von Gay-Lussac.	618
VII. Notiz über die freiwillige Entzündung der Kohle, in Bezug auf Aubert's Abhandlung; von M. Meyer.	620

- VIII. Ueber das Salicin und dessen Umwandlung in einen Farbstoff eigenthümlicher Art; von Hrn. H. Braconnot. 621
- IX. Neues Oenometer oder Instrument zur Bestimmung der im Wein oder jeder andern geistigen Flüssigkeit enthaltenen Menge Alkohols. 625
- Meteorologische Beobachtungen, November, December 1830.

Berichtigungen zum Aufsatz von v. B onsd orff, Bd. XVII.

- Seite 115. Zeile 6. v. u. statt *elektro-chemischen* lies: *electro-negativen*
- 117. Z. 9. v. o. st. *angestellt worden* l. *angefangen*.
- 118. Z. 6. v. o. st. *wodurch ich* l. *so wie ich auch*.
- 122. Z. 2. v. o. st. *Lampe* l. *Kugel*.
- 123. Z. 13. v. u. st. *Kali's* l. *Kalium*.
- 125. Z. 6. v. o. st. 78° l. 68° .
- 126. in der Note **) Zeile v. o. st. *Octo-Dodecaëder* l. *Cubo-Dodecaëder*.
- 127. in dem berechn. Verhältn. st. 38,87 l. 33,87.
- 128. Zeile 12. v. u. st. *oder* l. *auch*.
- 131. Z. 4. v. o. st. 9,77 l. 5,77.
- 132. Z. 13. v. o. heisst es: *aus mehr Calciumchlorid*.
- 132. Z. 17. steht: *eine Lauge von*, l. *ein Flöckchen*.
- 136. Z. 13. statt *quantitativen* l. *qualitativen*.
- 247. Z. 1. v. u. und S. 248. Z. 1. v. o. st. *kleineren Kolben angewandt, damit etc.* l. *kleinerem Kaliber angewandt, wodurch etc.*
- 250. Z. 4. v. u. heisst: *wenn man, die verdünnte, die geröthete, und die durch eins der genannten Chloride veränderte Lackmuskösung vergleicht*.
- 251. Z. 9. v. u. statt *regelmässigen* l. *deutlichen*.
- 254. Z. 3. v. o. st. *Platinchlorid* l. *das Chloro-Platinat*.
- 255. Z. 7. v. o. steht: *die zweite*, soll seyn: *die zwei zuletzt genannten Weisen*.
- 262. Z. 2. v. o. st. *dünnen* l. *engen*.
- 263. Z. 6. st. 15,91 l. 22,46.