BnF Gallica

Annalen der Physik (Leipzig)

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

BnF Gallica

Spindler, Paul (de Chemnitz). Annalen der Physik (Leipzig). 1845.

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.

ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND LXVI.

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

SECHS UND SECHSZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERT EIN UND FUNFZIGSTER.

NEBST ZWEI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1845.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

DRITTE REIHE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

SECHSTER BAND.

NEBST ZWEI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1845.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

Inhalt

des Bandes LXVI der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Seite

I. Ueber die Bestimmung der Temperatur und Wärmeleitung fester Körper; von Ch. Langberg. 1

II. Ueber die Temperaturveränderungen beim Austausche von Basen; von Th. Andrews. 31

Zusatz. Ueber die Bestimmung der specifischen Wärme von Flüssigkeiten. 53

III. Methode zur Bestimmung der entwickelten Wärmemengen auf nassem Wege; von Hefs. 58

IV. Ueber eine Reihe von Doppelsalzen aus Quecksilberoxydul und Quecksilberoxyd; von Th. Brooks. 63

V. Beiträge zur Kenntnifs der Lithionsalze; von C. Rammelsberg. 79

VI. Versuche, das Atomgewicht des Urans zu bestimmen; von Demselben. 91

VII. Ueber das Cyaneisenkalium; von F. F. Runge. 95

VIII. Ueber die Verminderung des specifischen Gewichts, welche die Porcellanmasse beim Brennen ungeachtet des Schwindens erleidet; von G. Rose. 97

IX. Ueber Säure im Bernstein und über zähflüssigen Bernstein; von E. F. Glocker. 110

X. Ueber die quantitative Bestimmung des Harnstoffs, des Kalis und Ammoniaks im Harn, und über die Zusammensetzung des salpetersauren Harnstoffs; von W. Heintz. 114

505.3
A61y

646996

Seite

XI. Einfache Methode die geringsten Mengen von schwefliger Säure nachzuweisen; von Demselben. 160
XII. Bemerkungen über das sogenannte Ozon; von N. W. Fischer. 163
XIII. Bemerkungen zu Schönbein's Beleuchtung meiner Meinung, betreffend das Ozon; von Demselben. 168
XIV. Ueber den Einfluſs der Temperatur auf das Leitungsvermögen der Flüssigkeiten für galvanische Ströme; von C. F. Henrici. 174
XV. Regenmenge in verschiedenen Höhen über dem Boden. . . 176

Zweites Stück.

I. Ueber das Absorptionsvermögen des Bluts für Sauerstoff; von G. Magnus. 177
II. Galvanische und elektromagnetische Versuche; von M. H. Jacobi. 207
III. Zum elektrischen Nebenstrom; von K. W. Knochenhauer. 235
IV. Einige Bemerkungen zu Schröder's Abhandlung: Ueber den Einfluſs der Elemente auf die Siedhitze; von C. Löwig. (Dritte Abhandlung.) 250
V. Hitze durch starre Kohlensäure. 268
VI. Beiträge zur Kenntniſs des Sefström'schen Frictionsphänomens; von Th. Scheerer. 269
VII. Einige Bemerkungen über die Versuche des Hrn. Williamson, betreffend das Ozon; von C. F. Schönbein. 291
VIII. Versuche über künstliche Bildung von entzündlichem Blut durch Arzeneiwirkungen; von C. H. Schultz. 294
IX. Notiz über die Untersuchungen des Eises als festen Körpers; von W. Struve. 298
X. Dr. Petzholdt's Versuche über die Dichtigkeit des Eises bei verschiedenen Temperaturen; von O. Fort. 300
XI. Ueber die Bildung der unterjodigen Säure und die bei den Umwandlungen dieser neuen Säure stattfindenden Reactionen; von Koene. 302
XII. Einige fragmentarische Untersuchungen über einen neuen Stoff im Eudialyt; von L. Svanberg. 309

Seite

XIII. Einige Bemerkungen zu der Abhandlung des Hrn. Heintz über die Zusammensetzung des salpetersauren Harnstoffs; von R. F. Marchand. 317

Drittes Stück.

I. Akustische Versuche auf der Niederländischen Eisenbahn, nebst gelegentlichen Bemerkungen zur Theorie des Hrn. Prof. Doppler; vom Dr. Buijs Ballot. 321

II. Von der Geschwindigkeit des Schalls zwischen zwei Standpunkten von gleicher oder ungleicher Höhe über dem Meere; von A. Bravais und Ch. Martins. 351

III. Untersuchungen über die Beschaffenheit der stehenden Wellen; von N. Savart. 374

IV. Ueber den Ausfluſs der tropfbaren Flüssigkeiten; von Parrot d. A. 389

V. Ueber das Verhältniſs der elektrischen Polarität zu Licht und Wärme; von Neeff. 414

VI. Ueber die Anwendung des elektrischen Funkens zu Geschwindigkeitsmessungen; von W. Siemens. 435

VII. Ueber ein Volumenometer; von V. Regnault. 445

VIII. Ueber die Zersetzung des Wassers durch Metalle in Gegenwart von Säuren und Salzen; von E. Millon. 449

IX. Blaues Licht nicht allein vom Golde durchgelassen; von Dupasquier. 452

X. Belegung von Glasspiegeln mittelst Silber. 454

XI. Ueber einen neuen neutralen Punkt in der Polarisation der Atmosphäre; von D. Brewster. 456

XII. Künstliche Erzeugung von durchsichtiger Kieselerde und von Hydrophan; von Ebelmen. 457

XIII. Ausbruch des Hekla. 458

XIV. Geschichtliche Notiz. — Newton's Sonnenuhren. 461

XV. Preisfrage der K. Academie gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt. 462

Viertes Stück.

Seite

I. Ueber den muthmafslichen Ursprung der Meteorsteine, nebst einer Analyse des Meteorsteins, welcher am 2. Juni 1843 in der Provinz Utrecht gefallen ist; von E. H. v. Baumhauer. . . 465

II. Bemerkungen über einige meteorologische Gegenstände; von F. C. Henrici. 503

III. Bodensenkung in der Algierei. 528

IV. Blitze ohne Donner, am 22. Juni 1845 in Wien; von W. Haidinger. 529

V. Ueber die Blitzschläge, welche am 10. Juli 1843 den Strafsburger Münster trafen; von A. Fargeaud. 544

VI. Die Gletscher des Kasbek; von Kholenati. 553

VII. Ueber die Zunahme der Temperatur in den Gruben der tertiären Salzablagerungen von Wieliczka und Bochnia; von L. Zeuschner. 578

VIII. Ueber die Zeiten des Aufthauens und Zufrierens einiger nordischen Gewässer; von G. G. Hällström. 586

IX. Erwiderung auf Hrn. Fischer's Replik; von C. F. Schönbein. 593

X. Zur Geschichte der Endosmose; von G. F. Parrot. . . . 595

XI. Notizen. — 1) Neue Volta'sche Combination, S. 597. — 2) Galvanische Reihe in Cyankaliumlösung, S. 597.

Nachweis zu den Kupfertafeln.

Taf. I. — Parrot, Fig. 1, S. 397; Fig. 2, S. 400; Fig. 3, S. 402; Fig. 4, S. 404; Fig. 5, S. 407; Fig. 6 und 7, S. 408; Fig. 8, S. 411; Fig. 9, S. 412. — Haidinger (Kreil), Fig. 10, S. 534. — Regnault, Fig. 11, S. 443; Fig. 12, S. 446; Fig. 13, S. 446; Fig. 14, S. 447; Fig. 15, S. 447. — Newton, Fig. 16, S. 462.

Taf. II. — Scheerer, Fig. 1 bis 5, S. 278; Fig. 6, S. 279; Fig. 7, 8 und 9, S. 280; Fig. 10, S. 282; Fig. 11, S. 283; Fig. 12, S. 288; Fig. 13 und 14, S. 289; Fig. 15, S. 290.

1845. ANNALEN No. 11.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LXVI.

I. *Akustische Versuche auf der Niederländischen Eisenbahn, nebst gelegentlichen Bemerkungen zur Theorie des Hrn. Prof. Doppler* [1]*);*

vom Dr. Buijs Ballot zu Utrecht.

Sobald mir das Schriftchen des Hrn. Doppler in die Hände gekommen war, reizte mich der Scharfsinn der darin entwickelten Theorie; es wurden aber auch Zweifel in mir erregt über die Anwendbarkeit dieser Theorie auf die Farben der Doppelsterne. Ich faſste schon damals den Vorsatz, einige Versuche dieserhalb anzustellen und zugleich die Anwendung der Theorie an anderen bekannten Thatsachen zu prüfen, allein, durch Umstände daran verhindert, begnügte ich mich, am Schlusse meiner Dissertation [2]) eine Thesis aufzustellen, welche mir auch zu der folgenden Discussion als Motto dienen kann:

Theoriam Doppleri probandam existimo; ad stellarum autem duplicium colores explicandos non sufficientem dico.

Obgleich man schwerlich berechtigt ist, die Aussage einer wohlbegründeten Theorie zu bezweifeln, — und wer möchte dieses bei der Theorie des Lichts oder des Schalls, — so hielt ich es doch nicht für überflüssig, den von Hrn. Doppler zuerst zur Sprache gebrachten Einfluſs der relativen Geschwindigkeit eines tönenden Instruments auf die wahrgenommene Tonhöhe durch directe Versuche nachzuweisen, besonders da einige Musiker, denen ich diese Theorie mittheilte, die Haltbarkeit derselben bestimmt verneinten. Sie stützten sich dabei un-

1) Ueber das farbige Licht der Doppelsterne u. s. w. Prag 1842.

2) *De Synaphia et Prosaphia. Traject. ad Rhen.* 1844.

ter anderem auf die Thatsache, dafs man das Geräusch eines rasch vorbeifahrenden Wagens nicht anders höre, wenn er sich nähert, als wenn er sich entfernt; auf die Erklärung dieser Thatsache werde ich weiterhin zurückkommen.

Mit dem Licht in dieser Hinsicht zu experimentiren ist nicht möglich, da uns keine Geschwindigkeit zu Gebote steht, die nur einigermafsen mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts vergleichbar wäre. Es ist aber auch nicht nothwendig, da man volles Recht hat, Resultate akustischer Beobachtungen auf das Licht zu übertragen. Ueberdiefs lag mir die Gelegenheit zur Anstellung eines solchen Versuchs ganz nahe, da mir eine Locomotive auf der Eisenbahn bei Utrecht ein treffliches Mittel dazu darzubieten schien. Ich wandte mich deshalb an den Director der Rhein-Eisenbahn, Hrn. L. J. A. van der Kun, der den Vorschlag überaus günstig aufnahm, mir von Sr. Excellenz dem Minister des Innern die Erlaubnifs der kostenfreien Benutzung einer Locomotive zu dem vorgesetzten Zwecke auswirkte, und überdiefs mit der gröfsten Bereitwilligkeit jede Gelegenheit verschaffte, die Theorie des Schalls, welche bereits so viele Proben glücklich überstanden hat, auch in dieser Hinsicht zu bewähren. Es ist mir ungemein angenehm, durch den guten Erfolg meiner Versuche sein Wohlwollen belohnt zu sehen; seine Güte verpflichtet mich ihm zum aufrichtigsten Dank.

Ich werde meinen Aufsatz in zwei Theile zerfällen, in der Anordnung, dafs ich zunächst die Bestätigung der Doppler'schen Theorie gebe, und dann die Untauglichkeit der Anwendung derselben auf die Farben der Doppelsterne erweise.

§. 1.

Die isochronen Schwingungen eines tönenden Instruments werden nach gleichen Zeitintervallen zum Ohre des Wahrnehmers gelangen, und darin also die Empfindung

eines und desselben Tones, der hervorgebracht war, erregen. Der subjective Ton wird für den Beobachter dem objectiven Tone gleich seyn, wenn Instrument und Beobachter ihre Stellen nicht oder gleichviel ändern, also relativ in Ruhe bleiben. Wenn sie aber in relativer Bewegung sind, so findet etwas anderes statt. Es sey das Instrument in Bewegung: so geht jede Schwingung von einem anderen Punkt aus als die vorherigen; sie wird also längere oder kürzere Zeit brauchen, um zum Beobachter zu gelangen, je nachdem die Bewegung von ihm ab, oder auf ihn zu gerichtet ist. Die Gröfse der Verzögerung oder Beschleunigung, welche dadurch jede folgende Schwingung erfährt, wird gleich seyn der Geschwindigkeit der Bewegung dividirt durch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls und multiplicirt mit dem Cosinus des Winkels, welchen die Richtung der Bewegung mit der Linie vom Instrument zum Beobachter macht.

In meinen Versuchen habe ich die Standorte der Beobachter immer so gewählt, dafs dieser Cosinus möglichst grofs war, und nur im Vorbeifahren seinen Werth merklich änderte. Während nämlich die Locomotive auf den Schienen hin und her fuhr, standen die Beobachter auf der Eisenbahn 1 bis 2 Meter von den Schienen entfernt. Wenn man auch $2\frac{1}{2}$ Meter für diese Entfernung annimmt, so war doch, sobald die Locomotive über 20 Meter Abstand erlangt hatte, der Cosinus immer gröfser als $1-\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{6^4}+..$, also nahe der Einheit gleich. Dieser Cosinus war also nur in dem Falle, dafs die Locomotive sich innerhalb eines Abstandes von 20 Metern befand, ein Factor von einigem Einflufs; ich werde also seiner nicht weiter erwähnen.

Die Verzögerung also, um auf diese Gröfse zurückzukommen, ist, wenn v die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls und a die Geschwindigkeit des Instruments, beide auf die Secunde reducirt, bedeuten, gleich $\pm\frac{a}{v}$,

worin das untere Vorzeichen für den Fall einer Beschleunigung oder einer Annäherung des Instruments zum Beobachter gilt. Die auf einander folgenden Schwingungen eines Tons, der n Schwingungen in der Secunde macht, werden einander nunmehr nicht nach $\frac{1}{n}$ Secunde folgen, sondern nach $\frac{1}{n}\left(1 \pm \frac{a}{v}\right)$. Der wahrgenommene Ton wird also $\frac{n}{1 \pm \frac{a}{v}}$ Schwingungen in der Secunde zu machen scheinen, und diefs ist seine subjective Höhe.

Wenn nicht das Instrument, sondern der Beobachter in Bewegung ist (ein Fall, welcher stattfindet, wenn auf dem Wege geblasen und auf der Locomotive beobachtet wird), so gehen zwar die Schwingungen von einem selben Punkte aus, aber sie müssen den Beobachter, der sich mit der Geschwindigkeit a bewegt, einholen oder ihm entgegen kommen, und sie erreichen ihn daher später oder früher als nach $\frac{1}{n}$ Secunde, nämlich, wie eine leichte Berechnung zeigt, nach der Zeit $\frac{1}{n}\left(\frac{v}{v \pm a}\right)$. Der subjective Ton ist also von $n\left(1 \pm \frac{a}{v}\right)$ Schwingungen. Das obere $+$ Zeichen gilt hier wieder für den Ton, welcher beim Entfernen gehört wird und in dem Folgenden immer *gehender Ton* genannt seyn soll, während ich mit *kommenden Ton* denjenigen bezeichnen will, der bei Verringerung des Abstandes zwischen Instrument und Beobachter vernommen wird. Dieser ist immer der höhere, jener der tiefere. Man sieht aus den Formeln, dafs, wenn $a = v$, der kommende Ton als die höhere Octave, der gehende gar nicht vernommen wird, falls der Beobachter sich mit dieser Geschwindigkeit bewegt; dafs dagegen der kommende Ton unendlich hoch, der gehende die tiefere

Octave seyn wird, im Fall das Instrument die Bewegung erleidet.

Um die Wahrnehmungen sogleich dem Calcul zu unterwerfen, hat man nur die Werthe von a und v zu kennen. Bei meinen Versuchen sind die von a sehr genau beobachtet worden, da nach Angabe zweier Chronometer der Zeitpunkt aufgezeichnet ward, wo jedesmal hinter einer festen in dem Wagen gewählten Linie eine Milliarie oder ein Zehntel derselben verschwand; so besafs man jedesmal die Zeit, während welcher die Locomotive 100 Meter durchlaufen hatte. Die Werthe von v sind für jeden Baro-, Thermo- und Hygrometerstand aus den Beobachtungen von Moll und v. Beek bekannt [1]); sie mufs aber vergröfsert werden um die Geschwindigkeit des Windes, zerlegt nach der Richtung vom Instrumente zum Beobachter.

§. 2.

Nachdem ich einige vorläufige Versuche angestellt, um mich von der Tauglichkeit der zu Hülfe gezogenen Musikanten zu überzeugen, gelang es mir am 3. und 5. Juni d. J. die Sache genauer zu untersuchen [2]). Die

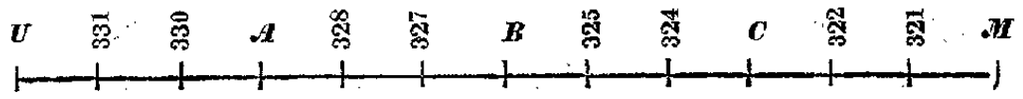
1) Man sehe diese Annal. Bd. V, S. 351 und 469, auch Simons Ibid. Bd. XIX, S. 115. Zur historischen Uebersicht aller der zur Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls gemachten Versuche vergleiche man Bravais, *Ann. de chim. et de phys.* 1845 *Janv.* oder *Biblioth. univers. de Genève No.* 109 *p.* 149 (im folgenden Aufsatz mitgetheilt. *P.*), worin besonders die eben citirten Versuche hervorgehoben und gewürdigt werden. Gelegentlich sey es mir erlaubt zu bemerken, dafs wenn in der Formel für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit statt des Gay-Lussac'schen Ausdehnungscoëfficienten die Rudberg'sche Zahl 0,00366, und statt des g von Borda 9,8284 das g nach Poisson gleich 9,8088 gesetzt wird, man für das Verhältnifs der beiden Wärmecapacitäten der Luft, d. h. für die Gröfse k, den Werth 1,4122 findet, was bis auf ein Zehntausendstel mit der Dulong'schen Bestimmung übereinkommt.

2) Wer dieses umständlicher zu lesen wünschen sollte, kann es in der *Nederlandsch Muzykaal Tydschrift Caecilia,* vom 1. April, 15. Juli und 1. Aug. 1845.

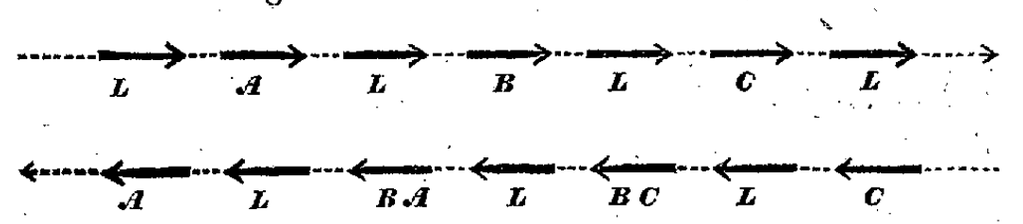
Locomotive hatte nur einen, möglichst offenen Wagen hinter sich, und in diesem befanden sich die Personen, welche mich zu unterstützen bereit waren. An drei Stationen, die am ersten Tage 400 Met., am zweiten aber 300 Met. aus einander lagen, und die, in Richtung auf Maarsen, so weit von Utrecht entfernt waren, dafs die Locomotive, bevor sie die erstere erreichte, eine hinlängliche Geschwindigkeit erlangt hatte, setzte ich drei dieser Personen aus: einen Musikanten, der blasen, einen Musiker, der den Tonunterschied beobachten, schätzen und aufzeichnen sollte, und einen meiner Freunde, der, genau nach einem von mir entworfenen Plan, zu blasen und zu hören befahl, auch seine Aufzeichnungen machte. Auf der Locomotive befanden sich natürlich ebenfalls drei solche Personen, am zweiten Tage sogar zwei Musikanten, um nöthigenfalls unaufhörlich blasen zu lassen; ich selbst war auch auf der Locomotive, deren Geschwindigkeit wie gesagt genau aufgezeichnet wurde. Es waren also vierzehn Personen in steter Wirksamkeit und fest stationirt; die übrigen, worunter noch mancher Musiker und Liebhaber, hatten sich längs der Bahn vertheilt, um da aufzuzeichnen und etwaige Mittheilungen von einer Station zur andern zu überbringen.

§. 3.

Ich hatte zur Absicht recht viele Beobachtungen zu sammeln, und traf demnach eine Anordnung, die aus der folgenden Zeichnung verständlich werden wird. Es bezeichnet darin die voll ausgezogene Linie UM den zwischen Utrecht und Maarsen gelegenen Theil der Eisenbahn, A, B und C die Standpunkte der drei Gruppen von Beobachtern, und die Ziffern die Anzahl der Millionen und deren Untertheile. Die beiden punktirten Linien geben an, wann auf den Stationen A, B, C oder auf der Locomotive L geblasen wurde, während letztere, in der einen oder anderen Richtung auf der Bahn hinfahrend, sich an den durch diese Buchstaben bezeichneten Orten befand.



Es wird geblasen in:



Während demnach die Locomotive, in Richtung von Utrecht nach Maarsen, an den Stationen *A*, *B*, *C* vorbeifuhr, konnte man die Abänderungen der daselbst angestimmten Töne beobachten. So wie man sich *A* näherte und der Ton von dort merklich wurde, begann er höher zu werden, und wenn man sich darauf von *A* in Richtung nach *B* entfernte, hörte man ihn tiefer werden. Dasselbe geschah bei *B* und *C*. Auf der Locomotive selbst wurde geblasen, während sie sich zwischen *A* und *B* oder zwischen *B* und *C* befand, damit der Ton sowohl in *A* als in *B* oder sowohl in *B* als in *C* vernommen würde und der Unterschied klar hervorträte. Es wurden also während man von *U* und *M* fuhr fünf Beobachtungen gemacht.

Auf der Rückfahrt fand das Gegentheil statt. Im Vorbeifahren vor jeder Station blies der auf der Locomotive befindliche Musikant, und der Unterschied des kommenden und gehenden Tons unter sich und mit dem objectiven Ton wurde von den ruhenden Musikern aufgezeichnet. Zu dem Ende sollten *C* und *B* oder *B* und *A* jedesmal, wenn die Locomotive zwischen *C* und *B* oder *B* und *A* war, einen und denselben Ton anstimmen, weil dadurch der Unterschied der beiden gleichzeitig vernommenen Töne sehr scharf hätte festgesetzt werden können. Aus zwei Ursachen habe ich aber diese Methode nicht so ausführen lassen; erstlich weil wegen des Geräuschs der

Maschine die Töne nicht weit genug gehört werden konnten, und zweitens, weil die Musikanten nicht genau genug *a tempo* bliesen und hörten. Hätte ich den Abstand der Stationen verringert, um besser hören zu lassen, so würden die Versuche noch rascher auf einander gefolgt seyn, und somit wäre es noch nothwendiger gewesen, mit dem Blasen im rechten Augenblick anzufangen.

Ich habe deshalb das Blasen auf der Locomotive zwischen den Stationen unterlassen gemufst und nur im Vorüberfahren Beobachtungen anstellen gekonnt, erwähne indefs der fehlgeschlagenen Versuche, weil sie mir überaus günstig und fein zu seyn scheinen und ich also Jemanden, der über stärkere Instrumente oder disciplinirtere Personen zu verfügen hat, sehr rathen möchte, die Versuche auch in dieser Weise zu wiederholen. Als nämlich die Locomotive von C nach B fuhr, hatte ich, während die auf derselben befindlichen Musiker nichts davon wufsten, bei B etwa einen halben Ton tiefer, und als sie von B nach A fuhr, etwa einen halben Ton höher als verabredet war, blasen lassen, hatte also dadurch die Töne, welche von B und C oder von B und A zugleich zum Ohre des Wahrnehmers gelangten, beinahe gleich und einen kleinen Unterschied derselben merkbar gemacht; auch erlangte ich den Vortheil, dafs die Beobachter nicht immer das Nämliche zu beobachten brauchten, und dadurch weniger leicht in einen constanten Fehler verfielen. Da ich nun aber diefs Verfahren nicht ausführen konnte, mufste ich mich auf die folgenden Beobachtungen beschränken, welche am 3. Juni mit Klapphörnern (Ventiltrompeten) gemacht, und am 5. mit Signaltrompeten wiederholt wurden.

§. 4.

Ich schreite nun zur Beschreibung der Vorsichtsmaafsregeln und Schwierigkeiten bei den Beobachtungen.

Zuerst müssen die Instrumente gut mit einander abgestimmt seyn, was leicht zu erreichen, aber schwerer

auf die Dauer zu unterhalten ist; denn obgleich das Wetter warm war, schienen doch ein Paar derselben sich etwas verstimmt und einen höheren Ton gegeben zu haben. Auch ist zu bemerken, dafs bei Sonnenschein und 18 bis 20° Wärme, besonders wenn die Instrumente nicht sehr vorzüglich sind, leicht eine kleine Differenz stattfinden kann. Wir werden diefs aus den Beobachtungen ersehen können, wenn wir sie prüfen. Es hält sehr schwer, den Ton gut zu vernehmen, weil die Locomotive nicht allein ein starkes Geräusch macht, sondern auch sehr viel Wind erregt; nur unter günstigen Umständen gelingt es, die Tondifferenz richtig zu schätzen. Das erwähnte Geräusch war am 3. Juni, wo ich noch die etwas schwächeren Klapphörner anwandte, mehrmals Ursache, dafs der kommende Ton, der doch nicht allein der höhere, sondern auch der stärkere seyn sollte, gar nicht vernommen wurde. Wenn daher auch ein musikalisches Ohr bei ruhiger Beobachtung noch ein Komma kleiner als $\frac{80}{81}$ zu unterscheiden vermag, so wird doch Keiner sich wundern, wenn ich sage, dafs es unter obigen Umständen kaum möglich war den Unterschied bis auf ein Achtel- oder Viertelton zu bestimmen. Man mufs übrigens bedenken, dafs ein Achtelton ein Verhältnifs von nahe $\frac{60}{61}$ ist, also einen Unterschied darstellt, den man in der Musik vernachlässigt.

Ist die relative Geschwindigkeit der Instrumente gering, so ist auch der Unterschied klein und ein Fehler von $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{16}$ Ton hat grofsen Einflufs; und doch läfst sich, wie gesagt, ein Fehler von dieser Gröfse nicht vermeiden, obgleich man in diesem Fall den Ton längere Zeit hindurch beobachten kann. Vergröfsert man die Geschwindigkeit, was nothwendig ist, um das Gesetz, nach welchem die Tondifferenz von der Geschwindigkeit abhängt, zu entdecken oder zu bestätigen, so verstärkt man auch das Geräusch und verkürzt die Zeit aufserordentlich. Man kann den Ton nur aus einer Entfernung

von etwa 50 Meter vernehmen, und da er bei 20 Meter bereits merklich abzunehmen anfängt, so hat man nur eine Secunde (wenn die Geschwindigkeit 25 Meter beträgt) um die Höhe des kommenden Tones wahrzunehmen, während noch dazu ein Geräusch anderen Ursprungs die reine Beobachtung beeinträchtigt. Wenn man die Pfeife der Locomotive selbst ansprechen läfst, wie ich einmal gethan habe, so ist freilich die erste Schwierigkeit beseitigt, und wenn man nicht nur das Instrument, sondern auch den Beobachter auf einer zweiten Locomotive mit gröfstmöglicher Geschwindigkeit fortführte, so würde es leicht seyn, eine relative Geschwindigkeit von über 50 Meter zu erhalten und die Tondifferenz auf eine Terz zu steigern; allein die Pfeife der Locomotive ist noch kein reiner Ton und bis jetzt liegt auf der Rhein-Eisenbahn auch noch kein Doppelgleise.

Durch die Veränderung der Tonhöhe innerhalb 20 Meter wird der Unterschied zwischen dem kommenden Ton und dem objectiven leicht etwas zu gering gefunden, da ersterer in der Zwischenzeit, dafs der Musikant denselben zur Bestimmung mit seinem Instrument vergleicht, immer etwas abnimmt. Dieser Nachtheil findet sich nicht bei der Bestimmung des gehenden Tons; dieser sinkt tiefer bis die Locomotive auf eine solche Entfernung vom Beobachter gekommen ist, dafs man annehmen darf, sie entferne sich geradlinig; dann bleibt er constant derselbe, so dafs also genau festgesetzt werden kann. Ein kleiner Unterschied ist vielleicht dadurch hervorgebracht worden, dafs die Instrumente, um den Ton möglichst stark zum Ohre des Beobachters gelangen zu lassen, jedesmal demselben zugewandt werden mufsten, wodurch er denn das eine Mal wider und das andere Mal mit dem Winde ging. Ich weifs nicht, wie die hiedurch entstehende Modification des Tones am besten in Rechnung zu ziehen ist, glaube indefs, dafs sie, obgleich klein, doch merklich sey.

§. 5.

Die Schätzungen der Musiker sind in Achtel-, selten nur in Sechszehnteltönen angegeben; einige haben nicht anders aufgezeichnet als: nahe $\frac{1}{2}$ mehr, mehr als $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ u. s. w. Die zweite und dritte Spalte der folgenden Tafel enthalten die geschätzte Anzahl der Sechszehnteltöne. Wenn also die Musiker den Unterschied gleich einem halben Ton angaben, habe ich 8 eingeschrieben. Immer haben sie den kommenden Ton höher, und den gehenden tiefer gehört als den objectiven, und daher war es nicht nöthig, die Zahlen jeder ersten Zeile mit + und die jeder zweiten mit — zu bezeichnen.

Die vierte Spalte enthält die Anzahl der Schwingungen der subjectiven Töne nach der Theorie, die Anzahl der Schwingungen des objectiven Tons gleich 1000 gesetzt. Eine dritte Zeile, die hinzugefügt worden, enthält den Unterschied im Vorbeifahren, also den Unterschied des kommenden und gehenden Tons unter sich; in ihr bezeichnet die theoretische Zahl die Anzahl der Schwingungen des kommenden Tons, bezogen auf den gehenden, wenn die Anzahl der Schwingungen des letzteren gleich 1000 angenommen wird. Auf diese Weise ist das Nichtstimmen der Instrumente und der Einfluſs der Windesrichtung eliminirt. In dieser Zeile sind denn auch, wie zu erwarten, die Unterschiede kleiner, wenn man nur den guten Werth für einen halben Ton nimmt.

Um das genaue Verhältniſs zweier Töne, die um einen halben Ton differiren, anzugeben, hatte ich Chladni's Akustik zu Rathe gezogen. Es konnte mir aber nicht viel helfen, da ich in meinem Fall zu wissen wünschte, nicht wie das theoretische Verhältnifs war, sondern was die Musiker einen halben Ton nannten, ob sie, wann *g* geblasen wurde, *ges* oder *gis* für einen halben Ton tiefer oder höher hielten, oder ob sie das gleich schwebende Verhältniſs $\sqrt[12]{2}$ annahmen. Ich muſste also die Musiker selber dieserhalb befragen, konnte aber von allen keine

bestimmte Antwort erhalten; da nun der eine unmöglich für den andern sprechen konnte, so entschlofs ich mich, ihre Angaben nach beiden Hypothesen zu berechnen. Die fünfte Spalte giebt also den Unterschied der theoretischen Schwingungs-Anzahl mit der Mittelzahl aus den Angaben beider Beobachter, berechnet nach dem Verhältnifs $\sqrt[12]{2}$. Die sechste enthält den Unterschied mit derselben Mittelzahl, aber berechnet nach dem Verhältnifs $\frac{25}{24}$ für den kommenden, und nach $\frac{24}{25}$ für den gehenden Ton.

Am 3. Juni befand sich nur ein Beobachter auf jeder Station; ich brauchte also damals die theoretische Zahl nicht mit der Mittelzahl aus zwei Beobachtungen zu vergleichen, da nur eine einzige Angabe vorhanden war. An diesem Tage mifsglückten die Beobachtungen auf der Station *C*, und die auf der Locomotive gingen verloren, so dafs nur zwei Reihen übrig blieben. An den Reihen selbst wird man leicht erkennen, welchen Werth die Musiker dem halben Ton gegeben haben, da die eine viel besser der ersten, die andere viel besser der zweiten Hypothese genügt. Es ist eine Reihe von Beobachtungen darunter, welche sich durch Genauigkeit und Consequenz auszeichnet; sie stammt von Hrn. Danmen. Dieser ausgezeichnete Musiker befand sich am 3. Juni einmal auf der Station *C*, ward aber am 5. Juni mit auf die Locomotive genommen, weil ich ihn aus seinen Beobachtungen sogleich als den geschicktesten erkannt hatte, und weil überdiefs eine Vertauschung der Standorte von Nutzen war. Leider zeichnete er diefsmal nur das Mittel aus den im Vorbeifahren an den drei Stationen beobachteten Tondifferenzen auf, und nicht jede für sich, was offenbar nicht nöthig gewesen wäre, wenn die Locomotive eine ganz gleichförmige Geschwindigkeit gehabt hätte; allein am 5. Juni war diefs sehr wünschenswerth, da die an diesem Tage benutzte Locomotive von anderer Construction wie die frühere war und sie von

dem Maschinisten nicht mit gleicher Geschwindigkeit an den verschiedenen Stationen vorbeigeführt ward.

§. 6.

Beobachtungen am 3. Juni.

Thermometer 20°,8 *C.*, Barometer 750^{mm},09. Dampfdruck 9^{mm},16.
Schallgeschwindigkeit = 346 Met.

[Es bedeutet *K* die Beobachtung im Kommen, *G* die im Gehen, *V* die im Vorbeifahren.]

Station *A.*						Station *B.*					
Geschwindigkeit.		Beobachteter Unterschied.	Theor. Schwingungs-Anzahl.	Unterschied zw. theoret. u. beobacht. Zahl für $\sqrt[12]{2}$	$\frac{24}{25}$	Geschwindigkeit.		Beobachteter Unterschied.	Theor. Schwingungs-Anzahl.	Unterschied zw. theoret. u. beobacht. Zahl für $\sqrt[12]{2}$	$\frac{24}{25}$
Die erste Beobachtung mifslang gänzlich, weil nichts gehört wurde.											
II.	*G.* 14,8	5	957	— 8	—19	II.	*K.* 15,3	5	1044	— 7	+18
							G. 15,5	5	955	—10	—20
							V. 15,4	10	1093	+20	+41
III.	*K.* 14,5	5	1042	+ 5	+16	III.	*K.* 12,8	5	1037	0	+11
	G. 14,1	5	959	— 6	—16		*G.* 12,2	5	965	0	—10
	V. 14,3	10	1086	+13	+30		*V.* 12,5	10	1074	0	+22
IV.	*G.* 17,9	6	948	—10	—22	IV.	*K.* 15,8	7	1046	— 5	+ 9
							G. 15,0	5	957	— 8	—18
							V. 15,4	12	1093	+ 5	+31
V.	*G.* 16,7	7	952	0	—13	V.	*K.* 15,6	8	1045	—14	+ 3
							G. 15,2	5	956	— 9	—19
							V. 15,4	13	1093	— 3	+25
VI.	*G.* 20,0	8	939	— 5	—21	VI.	*G.* 19,5	5	941	—14	—34

Beobachtungen am 5. Juni.

Thermometer 18°,4 *C.*, Barometer 755^{mm},6. Dampfdruck 10^{mm},83.
Schallgeschwindigkeit = 344,7 Met.

Station *C.*

Geschwindigkeit.		Beobachteter Unterschied. 1	Beobachteter Unterschied. 2	Theoret. Schwingungs-Anzahl.	Unterschied zw. theor. Zahl u. Mittelzahl für den halb. Ton = $\sqrt[12]{2}$	$\frac{24}{25}$
I.	*K.* 8,3	6	4	1024	—13	— 2
	G. 10,6	8	8	969	+25	+ 9
	V. 9,4	14	12	1057	—38	—11

	Geschwindigkeit.	Beobachteter Unterschied. 1	2	Theoret. Schwingungs-Anzahl.	Unterschied zw. theor. Zahl u. Mittelzahl für den halb. Ton = $\sqrt[12]{2}$	$\frac{24}{25}$
II.	*K.* 12,5	6	4	1036	— 1	+10
	G. 14,3	8	8	958	+14	— 2
	V. 13,4	14	12	1081	—14	+12
III.	*K.* 9,1	8	8	1026	—33	—16
	G. 10,1	6	4	971	+ 6	+ 4
	V. 9,6	14	12	1056	—39	—12
IV.	*K.* 9,6	8	8	1028	—31	—14
	G. 11,8	8	8	966	+22	+ 6
	V. 10,7	16	16	1066	—52	—20
V.	*K.* 12,5	2	8	1036	— 1	+10
	G. 12,6	2	8	963	— 2	—12
	V. 12,5	4	16	1075	+ 1	+22
VI.	*K.* 9,5	—	—	1027	——	——
	G. 11,1	—	—	968	——	——
	V. 10,3	9	12	1057	—19	+ 9

Station *B.*

I.	*K.* 9,5	7	8	1027	—28	—15
	G. 10,6	1	0	969	—27	—28
	V. 10,1	8	8	1059	0	+17
II.	*K.* 14,3	7	7	1043	— 8	+ 6
	G 13,3	4	2	961	—18	—24
	V. 13,8	11	9	1085	+11	+33
III.	*K.* 11,1	7	7	1032	—19	— 5
	G. 10,5	4	4	969	— 3	—11
	V 10,8	11	11	1065	—16	+ 8
IV.	*K.* 11,1	7	7	1032	—19	— 5
	G. 13,3	5	0	961	—11	—16
	V. 12,2	12	7	1074	— 8	+13
V.	*K.* 14,3	0	0	1042	+42	+42
	G. 14,3	14	12	958	+49	+23
	V. 14,3	14	12	1088	— 8	+22
VI.	*K.* 11,1	8	8	1032	—27	—10
	G. 11,1	6	2	967	— 5	—13
	V. 11,1	14	10	1067	—19	+ 5

Station *A.*

I.	*K.* 9,5	2	8	1027	—10	+ 1
	G. 8	8	6	978	+27	+13
	V. 8,8	10	14	1050	—38	—12
II.	*K.* 14,3	2	8	1043	+ 6	+17
	G. 16	8	8	953	+ 9	— 7
	V. 15 1	10	16	1094	— 2	+25

Geschwindigkeit.		Beobachteter Unterschied. 1	2	Theoret. Schwingungs-Anzahl.	Unterschied zw. theor. und mittlerer Zahl für den halb. Ton = $\sqrt[12]{2}$	$\frac{24}{25}$
III.	*K.* 11,1	0	0	1032	+32	+32
	G. 12,5	9	12	963	+35	+15
	V. 11,8	9	12	1072	− 3	+17
IV.	*K.* 12,5	8	8	1036	−23	− 6
	G. 15,4	8	8	955	+11	− 5
	V. 14	16	16	1085	−33	0
V.	*K.* 16,7	4	2	1051	+29	+36
	G. 14,3	8	9	958	+17	0
	V. 15,5	12	11	1097	+13	+37
VI.	*K.* 11,1	8	1	1032	− 1	+ 9
	G. 12,5	1	8	963	− 6	−14
	V. 11,8	9	9	1074	+ 7	+26

Locomotive.

I.	*K.* 14,4	6		1043	− 1	+11
	G. 14,2	6		958	0	−12
	V. 14,3	12		1089	− 1	+27
II.	*K.* 15,0	5		1044	+ 7	+18
	G. 15,8	8		954	+10	− 6
	V. 15,4	13		1094	− 2	+26
III.	*K.* 5,5	4		1016	−13	− 4
	G. 5,5	4		984	+12	+ 4
	V. 5,5	8		1035	−25	− 7
IV.	*K.* 5,1	4		1015	−14	− 5
	G. 4,9	4		986	+14	+ 6
	V. 5	8		1031	−28	−11
V.	*K.* 14,3	8		1042	−13	0
	G. 14,1	8		959	+15	− 1
	V. 14,2	16		1088	−28	+ 2
VI.	*K.* 18,3	8		1053	− 6	+11
	G. 18,4	8		947	+ 3	−13
	V. 18,3	16		1106	−10	+20

§. 7.

Man sieht also, dafs im Allgemeinen die Theorie bestätigt wird. Die Unterschiede schwanken in Plus und Minus: meist sind sie in den beiden Hypothesen von entgegengesetztem Zeichen oder verschwinden fast in einer von ihnen. Man bedenke nur, dafs selbst ein Unterschied von 10 Schwingungen verschwindend klein ist.

Einige Unregelmäfsigkeiten lassen sich vielleicht durch

Folgendes beseitigen. Eine erste ist darin begründet, dafs einige der Musiker läugneten, der kommende Ton sey auf grofse Entfernungen höher als der objective. Sie schrieben die Erhöhung, wie sie sagten, der vorüberfliegenden Luft zu, gestanden aber alle, dafs der gehende Ton in jeder Entfernung tiefer bleibe, und schon darin liegt eine Inconsequenz. Diese Ansicht gründete sich auf Beobachtungen entweder der Töne von Signaltrompeten oder der, welche die Pfeife der Locomotive einmal angab, und welche darauf von einem Musiker auf derselben Höhe gehalten ward. Im ersten Falle ist sehr zu vermuthen, dafs man den Ton der Trompete von den andern Stationen mit dem der Locomotive verwechselte, und dann mufste sich freilich der Ton nicht verändern; im anderen Fall weifs ich nicht, ob der Ton der Pfeife rein genug, frei von begleitendem Geräusche war. Die Musiker auf der ersten Station C konnten gar nicht darüber entscheiden, da die Locomotive auch in grofser Entfernung noch lange nicht die Geschwindigkeit erlangt hatte, mit der sie hernach vorbeifuhr. Die Beobachter der Station B haben es nicht angegeben; die Angaben von A würden von grofser Autorität seyn, wenn nicht alle für den kommenden Ton zu gering wären. Diefs erweckt die Vermuthung, dafs die Instrumente dieser Station sich verstimmt hatten. Ich wollte diefs nur erwähnen, weil mehre es behaupteten, glaube aber doch, dafs jene Angabe auf einer Täuschung beruht.

Eine zweite Anomalie ist darin zu bemerken, dafs man den kommenden Ton weniger erhöht, als den gehenden erniedrigt gehört hat. Es ist diefs weniger aus den obigen Angaben zu ersehen, als es aus den mündlichen Mittheilungen anfangs hervorging. Dieser Umstand erklärt sich aber, da er nicht bei allen Beobachtungen stattgefunden hat, aus einem leichten Verstimmen des Instruments (immer das auf der Station A), aus der beinahe immer im Zunehmen begriffenen Geschwindigkeit

der Locomotive und aus einem physiologischen Gegensatz. Man hörte den kommenden Ton etwas höher, dann unterhalb 20 Meter ein bischen weniger höher und darauf schneller abnehmen bis auf den tiefsten Ton; man verglich ihn aber dann vielleicht nicht mit dem objectiven Ton, sondern mit dem, welchen man einen Augenblick zuvor gehört hatte. Diefs würde zugleich erklären, weshalb man die Unterschiede durchgängig etwas zu grofs hörte; man hatte nämlich das Steigen des kommenden Tons bereits angegeben und fügte nun einen zu grofsen Unterschied für den gehenden hinzu, wodurch auch die Summe zu grofs ward. Ich gebe diese Erklärung gern für eine bessere hin, besonders da ich selbst nicht über die Unterschiede entscheiden kann; ich habe wohl jedesmal die Verschiedenheit der beiden subjectiven Töne gehört, bin aber nicht musikalisch genug, um die Unterschiede zu schätzen, geschweige denn, um den Unterschied von Unterschieden angeben zu können.

Die Basis der Doppler'schen Theorie bestätigen, heifst noch nicht mit der Anwendung derselben auf die Farben der Doppelsterne einverstanden seyn; so kann ich es nicht, weil mir der aus dieser Theorie gezogene Schlufs nicht richtig zu seyn scheint. Um nämlich denselben mit voller Gewifsheit ziehen zu können, müfsten folgende Prämissen als bewiesen anzusehen seyn:

1) Dafs man berechtigt sey, die obigen Resultate vom Schall auf das Licht zu übertragen;
2) dafs die Sterne in einigen Theilen ihrer Bahn eine hinlängliche Geschwindigkeit besitzen, um eine merkbare Färbung und Farbenänderung zu erfahren;
3) dafs die Doppelsterne wirklich eine solche Färbung und Farbenänderung erleiden, wie sie nach dem besagten Satze erfahren müfsten;
4) dafs kein anderer Erklärungsgrund eben so leicht vorhanden sey;

5) dafs keine Thatsache die Anwendung der Doppler'schen Theorie auf die Farben der Doppelsterne widerspreche.

§. 8.

Nur die erste dieser Bedingungen gebe ich unmittelbar zu. Was die zweite betrifft, so scheint auch sie mir keine bedeutende Schwierigkeit darzubieten, aber mich dünkt doch, dafs die Sterne nur selten eine hinlängliche Geschwindigkeit haben werden, um uns das Farbenphänomen zu zeigen; es fällt diefs sogleich in die Augen, wenn man bedenkt, dafs sowohl Dr. Bolzano [1]) als Prof. Doppler in der Beurtheilung dieser Hinlänglichkeit zu weit gegangen sind: der Erste, weil er den Sternen im Allgemeinen eine zu grofse Geschwindigkeit beilegt; der Andere, weil er dem menschlichen Auge eine zu grofse Empfindlichkeit für das Licht zutraut.

Nicht dafs ich den Sternen alle eigene Bewegung absprechen und wieder zu Fixsternen machen will: ich meine nur, dafs der Dr. Bolzano durch einen falschen Schlufs auf eine zu grofse Geschwindigkeit gerathen sey. Nach ihm soll nämlich die Geschwindigkeit der Hauptplaneten gröfser seyn, als die der Satelliten, und darnach vermuthet er, dafs die Geschwindigkeit der Fixsterne auch gröfser sey als die der Hauptplaneten. Ersteres ist aber ohne Ausnahme nicht ganz der Fall. Jeder der Jupiterstrabanten bewegt sich schneller als der Uranus, der zweite dieser Trabanten schneller als die beiden letzten Planeten, und der erste Trabant des Jupiters, so wie der erste des Saturns, schneller als der respective Hauptplanet. Die Satelliten des Uranus sind noch nicht genugsam beobachtet; wahrscheinlich giebt es deren noch nähere als wir kennen, und dann könnten auch einige darunter seyn, die schneller gingen als ihr Hauptplanet. Freilich mufs man zugeben, dafs bereits die Erde sich mit gröfserer Geschwindigkeit bewegt als selbst der schnellste

1) Dies. Annal. Bd. 60, S. 83.

der Satelliten; aber man hat darum noch kein Recht den Schluſs allgemein auf die Fixsterne auszudehnen, deren gegenseitige Abstände, falls sie nicht physische Doppelsterne sind, ein weit gröſseres Verhältniſs haben zu den Abständen der Hauptplaneten, als die Halbaxen der Bahnen dieser zu den Abständen der Satelliten, und folglich müſsten sie auch ein weit gröſseres Verhältniſs von Masse haben, was nicht wahrscheinlich ist und nicht mit den Annahmen von Argelander, Bravais und Mädler übereinstimmt [1]). Es verhält sich also mit der Geschwindigkeit ganz so wie Prof. Doppler sagt, und die Voraussetzung des Dr. Bolzano ist eine Uebertreibung.

§. 9.

Glaubte ich in dieser Hinsicht von Hrn. Dr. Bolzano's Meinung abweichen zu müssen, so kann ich doch andrerseits auch Hrn. Prof. Doppler nicht beistimmen, wenn er sagt, schon das Austreten von einem Hundertel der zum weiſsen Licht gehörigen rothen Strahlen sey merkbar für das menschliche Auge. Ich erinnere mich nicht, solches bei Herschel, der dafür als Autorität angeführt wird, gelesen zu haben, habe es auch in dessen *Traité de la Lumière*, von welchem ich die Ausgabe von Quetelet und Verhulst, mit den Zusätzen dieser Gelehrten, besitze, nicht auffinden können, wohl aber eine Stelle (*p.* 309 §. 510), welche zu einem entgegengesetzten Schlusse führt. Herschel sagt nämlich daselbst, daſs man 1,000,000 Tinten erlange, wenn man die drei Farben, Roth, Gelb und Blau (in der Brewster'schen Hypothese) in verschiedenen Verhältnissen von 1 bis 100 menge; und er fügt hinzu: *ce qui est plus que suffisant*

1) Da man vielleicht nicht geneigt ist, die ausführlichen Abhandlungen der genannten Gelehrten nachzulesen, so will ich beispielsweise anführen was Prof. Kaiser in seinem Werke: *De sterrenhemel verklaard p.* 283 sagt: *„De ster, welke de snelste eigen beweging heeft, beweegt zich in een uur* 33500 *D. G. mijlen etc.“*, was noch nicht 10 Meilen in der Secunde beträgt.

pour exprimer toutes les nuances. que l'oeil peut distinguer. On dit que les romains imitaient dans leurs mosaïques plus que 30000 *tintes: en supposant même que la nature nous offre un nombre dix fois plus grand, elles se trouveront toutes dans nôtre échelle.*

Es fragt sich nun noch, ob man, bei ruhiger Betrachtung und genügend starker Beleuchtung, die supponirten 300000 Nuancen würde unterscheiden können; es hätten besonders die Maler darüber zu entscheiden. Hiezu brauchte man aber bereits das Austreten von 0,03 der rothen Strahlen, und also wenigstens eine dreifache Geschwindigkeit, wie Hr. Prof. Doppler annimmt. Zieht man dazu noch in Betracht, dafs die Sterne selten ruhig genug stehen, um nicht beim Funkeln ein wenig gefärbt zu seyn, dafs sie bereits durch die Dispersivkraft der Atmosphäre Farben zeigen [1]), dafs sie nicht gleichzeitig, nicht einmal von derselben Person mit sich selbst verglichen werden können; erwägt man, dafs selbst die absolute Lichtstärke, welche doch noch leichter als die Farbe bestimmbar zu seyn scheint, schwerlich ohne Hülfe von Instrumenten bis auf $\frac{1}{60}$ bestimmt werden kann [2]), und dafs man in der chromatischen Photometrie noch immer sehnsuchtsvoll auf die Untersuchungen und Instrumente Arago's zu warten hat, obwohl derselbe neuerlich wieder Hoffnungen darauf angeregt hat [3]), so wird man sich nicht wie Hr. Dr. Bolzano wundern, dafs man bei den übrigen Fixsternen solche Unterschiede noch nicht wahrgenommen hat, wird auch nicht mit Hrn. Prof. Doppler eine Geschwindigkeit von 33 Meilen in der Secunde für genügend halten, um jenen Farbenunterschied hervorzurufen. Somit würden also nur die physischen Doppelsterne zu betrachten übrig bleiben.

1) Bessel, *Comptes rend. T. XV, p.* 181.

2) Argelander, in Schumacher's astronom. Jahrbuche für 1844, S. 185 und 206.

3) Arago, *Compt. rend. T. XX, p.* 1704.

§. 10.

Untersuchen wir demnach, ob es wahr sey, dafs die Doppelsterne wirklich solche Färbung und Farbenänderung erleiden, wie aus dem in Rede stehenden Satz würde erklärt werden können.

Es ist nicht genug zu sagen: die Farben einiger Doppelsterne ändern sich, viele stehen zu einander im Gegensatz, sind complementar, also müssen sie aus der Bewegung erklärt werden; vielmehr mufs untersucht werden, in welchem Zahlenverhältnifs solche Doppelsterne zu den übrigen stehen, um einigermafsen entscheiden zu können, ob man ihrer Bewegung mit einiger Wahrscheinlichkeit zuschreiben könne, was ihnen selbst vielleicht angehört. Um Zahlen von Autorität anzuführen, würde ich hier den competentesten Richter [1]) selber sprechen lassen können; es wäre dieſs bessèr als, nach meinem früheren Plane, aus der Abhandlung von Herschel und South in den *Transactions* der *Royal Astronomical Society T. I* und *III* etc. die farbigen Sterne aufzuzählen; allein, der Raumersparung wegen, werde ich mich doch damit begnügen, nur auf die Abhandlung von Struve zu verweisen; man wird bei Lesung derselben gestehen müssen, dafs sie, so viel Angaben, so viel auch Widersprüche gegen den Doppler'schen Fundamentalsatz enthält [2]).

Dafs beide Sterne einerlei Farben haben, ist bei weitem der häufigere Fall, sagt der grofse Beobachter. Aber in diesem Fall ist die Farbe nur aus der relativen Bewegung des Sternenpaars und unseres Planetensystems zu erklären, und die Doppelsterne stehen in dem nämlichen Verhältnifs zu uns, wie die einzelnen Sterne, haben also keine hinlängliche Geschwindigkeit, dafs von 476 gleich gefärbten Paaren, lediglich durch Bewegung

1) Struve, über die Doppelsterne nach den Dorpater Mikrometer-Beobachtungen. Bericht an Se. Excell. v. Uwaroff. S. 34—36.

2) Doppler a. a. O. §. 7.

118 gelblich oder röthlich und 63 bläulich erscheinen. Auch wäre es nicht leicht einzusehen, aus welchem Grunde sich denn fast zweimal so viel Sterne von uns entfernen, als sich uns nähern sollen. Dagegen kommen 16 Paare mit sehr grofser Geschwindigkeit auf uns zu, deren Hauptstern grün und deren Begleiter blau ist; man weise nun die Kraft nach, durch welche sie mit Wahrscheinlichkeit eine solche Geschwindigkeit erlangt haben.

Die Färbung spricht also nicht gar sehr für die Anwendbarkeit der Theorie des Hrn. Prof. Doppler, wenn es wahr ist, wie wir §. 10 gezeigt haben, dafs uns nur die physischen Doppelsterne solche Geschwindigkeit darbieten können, indem sich die oben erwähnten Färbungen nur aus der Bewegung des Sternenpaars, nicht aus der gegenseitigen Bewegung der beiden Sterne erklären lassen. Aber auch die Sternenpaare, welche complementare oder fast complementare Farben zeigen, sprechen nicht sehr dafür, denn wir müssen dann annehmen, dafs fast alle Hauptsterne sich von uns entfernen, alle Begleiter sich uns nähern; bei 157 solchen Paaren sind 53 Hauptsterne weifs, 52 hellgelb, 52 gelb oder röthlich, die Begleiter alle blau oder bläulich, und es giebt nur wenige Paare, 13, in denen der Begleiter purpurfarben ist.

§. 11.

Auch die Farbenänderung ist Hrn. Prof. Doppler weit weniger günstig, als man nach seinen Wörten erwarten würde. „Kein Wunder also, lesen wir S. 12, wenn sich neuere Beobachter (Siehe Mädler's populäre Astronomie, S. 493) zu der Frage aufgefordert fühlen, ob sich denn in der That die Farben der Doppelsterne während der letzten 50 Jahre so gar bedeutend sollten geändert haben." Wenn wir aber Mädler aufschlagen, so finden wir S. 500: „Haben diese Sterne (die beiden von γ Delphini) ihre Farbe seit 50 Jahren so stark verändert," und S. 493 heifst es [1]): „Es kommen zwar zwi-

1) Der erste nun folgende Satz stimmt fast wörtlich mit der Aeufse-

schen Herschel und Struve manche kleine Verschiedenheiten der Farbenbezeichnung vor, jedoch meist so, dafs bei Herschel die Sterne um ein Geringes mehr in's Rothe spielen, was durch eine Eigenthümlichkeit des Teleskops zu erklären seyn dürfte. Hier aber zeigt sich, und zwar bei einem Sternenpaar, dessen Farben sich mit Bestimmtheit aussprechen, das Gegentheil, und man mufs demnach vermuthen, dafs es seine Farbe seit jener Zeit merklich geändert habe, was übrigens in der Fixsternwelt nicht gänzlich ohne Beispiel ist." Das klingt doch wenigstens etwas schwächer.

Das Schönste von allem aber ist, dafs gerade auf die zwei Sternenpaare, γ Leonis und γ Delphini, auf welche diese Worte anwendbar seyn sollten, die Theorie des Hrn. Doppler in keinem Falle passen kann, denn sie haben in diesen 50 Jahren ihre gegenseitigen Abstände nicht geändert, und was die Positionswinkel betrifft, so hat γ Leonis diesen um 22° und γ Delphini den seinigen gar nicht geändert. Es kann sich also die Richtung und Gröfse der Bewegung keinesweges in der Weise geändert haben, dafs daraus eine solche Farbenänderung würde hervorgehen können.

Auch Sirius wird wohl nicht viel beweisen, und (S. 17) die Bahnen der sogenannten neuen und verschwundenen Sterne so einzurichten, dafs sie alle Farben des Regenbogens durchlaufend endlich mit kupferrothem Lichte verschwinden, würde doch auch schwer halten. Abgerechnet, dafs ich diesen Farbenwechsel nicht von allen angeführt finde, möchte ich auch fragen, ob sie angefangen haben, uns mit einem grün- oder bläulichen Lichte sichtbar zu werden. Dieſs mag genügen, um zu zeigen, dafs die Färbung und Farbenänderung, die wir hie und da an den Doppelsternen wahrnehmen, uns nicht nöthigen, ihre Erklärung in der Bewegung zu suchen.

rung von Struve a. a. O., S. 36, überein, widerspricht dagegen schnurstraks Hrn. Doppler S. 12.

§. 12.

Zuvörderst müssen wir nun untersuchen, ob es nicht einen anderen bekannten Erklärungsgrund gebe, zumal die Bewegung, wie wir im folgenden Paragraphen zeigen werden, nicht einmal im Stande ist, merkliche Farbenänderungen hervorzubringen. Es ist, wie mich dünkt, eine ganz willkührliche Annahme, dafs die Farbe aller Sterne weifs und unveränderlich sey. Es ist doch nicht leichter, jedem Stern diejenige Richtung und Geschwindigkeit anzudichten, welche er, in der Hypothese einer weifsen objectiven Farbe, haben mufs, um diejenige Farbe zu zeigen, welche wir an ihm wahrnehmen, — als anzunehmen, dafs die Fixsterne alle möglichen Farben besitzen können. Dafs sie jedenfalls nicht alle weifs sind, beweisen die Beobachtungen genugsam, und läugnet auch Prof. Doppler nicht. Am Ende mufs man denn doch seine Zuflucht zu der Voraussetzung nehmen, dafs die verschiedenen Sterne nicht alle eine gleiche objective Farbe haben. Es liegt nichts Ungereimtes in der Annahme, dafs verschiedene Sterne verschiedene Farben hervorzubringen fähig seyen. Ueberdiefs haben wir auch directe Beweise, dafs sie wirklich nicht einerlei Farbe haben. Nach den Beobachtungen von Fraunhofer zeigt das Sonnenspectrum andere dunkle Linien als die Spectra mehrer Sterne, und da nun also das Licht solcher Sterne, ungeachtet es durch dieselbe Atmosphäre unserer Erde gegangen ist, wie das Sonnenlicht, sich doch von diesem verschieden zeigt, so sind wir zu schliefsen berechtigt, dafs es in der That von diesem verschieden ist. Aber wie denn die Veränderlichkeit der Farbe und die veränderlichen Sterne erklären? Ich sehe hier keine grofse Schwierigkeit, diese Veränderlichkeit den Sternen selbst zuzuschreiben. Es würde interessant sein, Fraunhofer's Messungen auf solche Sterne auszudehnen, die wohl periodisch ihre Intensität, aber nicht ihre Farbe ändern. Uebrigens möchte das periodische Verschwin-

den der veränderlichen Sterne eben so leicht durch die sonstigen Hypothesen, wie unwahrscheinlich sie auch an sich seyn mögen, als durch die sinnreiche und im ersten Augenblick wahrscheinliche, aber hier unzulässige Theorie des Hrn. Doppler erklärt werden.

§. 13.

Man wird dieses um so leichter eingestehen, als endlich die Bewegung nicht Ursache des Farbenwechsels seyn kann. Bereits die Analogie bei dem Schalle lehrt es. Als ich zu Anfange dieses Jahres einen Musiker nach dem muthmafslichen Erfolg der von mir beabsichtigten Versuche befragte, sagte er mir und Andere sagten es ihm nach: „Sie dürfen nicht hoffen, dafs dieselben ein Resultat geben werden, denn ich habe in dem Geräusche eines vorbeifahrenden Wagens niemals eine Aenderung gehört." Auch die Musikanten, als sie zum erstenmale auf der Eisenbahn waren und der gewöhnliche Wagenzug uns mit grofser Geschwindigkeit vorbeifuhr, sagten mir, obgleich ich sie vorher darauf aufmerksam gemacht hatte, sie hätten keinen Tonunterschied bemerkt, denn es sey ein Geräusch, kein Ton. Eben so ist die Farbe der Doppelsterne ein Gemisch von Farben, keine einfache Farbe. Was mufs also in beiden Fällen stattfinden?

Bekanntlich ist ein Geräusch als ein Gemisch verschiedener Töne zu betrachten, wie Ohm diefs dargethan zu haben scheint, oder man mufs annehmen, es sey gar kein Ton darin, sondern bestehe aus Wellen von verschiedener Länge, deren keine sich so oft regelmäfsig folge, dafs sie im Ohre die Wahrnehmung eines Tons hervorrufe. Diefs ist mir gleich; in jedem Falle haben wir Wellen von verschiedener auf einander folgender Länge. Bei Annäherung also werden die längeren Wellen zu kürzeren, diese wieder zu noch kürzeren, und jede nimmt die Stelle der ihr in Kürze folgenden ein, so dafs am Ende das gesammte Geräusch keine andere Veränderung erlitten hat, als dafs die längste Welle auf-

gehört hat, als solche wahrnehmbar zu seyn, und eine allerkürzeste hinzugekommen ist.

Aber darin eben ist der Grund zu suchen, dafs die Sterne eine Farbenänderung erleiden, wird man mir entgegnen, und das reicht auch hin sie zu erklären: die rothen Wellen werden zu orangefarbenen, diese zu gelben, u. s. w., bis endlich die violetten unsichtbar, unwahrnehmbar werden; es fehlen also in dem Spectrum die rothen Strahlen und die Farbe des Sterns ist nicht mehr rein weifs, sondern in's Violette oder Blaue spielend. Das Gegentheil findet beim Entfernen statt.

Bei oberflächlicher Betrachtung des Gegenstandes mag dieser Einwurf richtig scheinen; aber er ist es nicht, denn man darf die Analogie nicht weiter treiben, als sie wirklich besteht, und darum ist auch die Anwendung eine falsche. Für das Auge sind nur sehr wenig Lichtwellen sichtbar: die Längegränzen, zwischen welchen sie wahrnehmbar sind, liegen einander sehr nahe. Wenn beim Geräusch ein neuer Ton hinzukommen kann und eine Welle, welche früher die längste war, bei der Annäherung aufhört als solche wahrgenommen zu werden und in eine etwas kürzere übergeht, so mufs man dagegen beachten, dafs beim Lichte die neue Farbe auch unsichtbar ist, und, beim Entfernen, die Stelle des Violetts durch eine kürzere, früher unsichtbare Welle eingenommen wird, mithin das Spectrum in seiner Reinheit wiederhergestellt ist, d. h. ganz zu dem geworden ist, was es früher war. Auch selbst wenn die Geschwindigkeit so grofs wäre, dafs die vormals violetten Strahlen zu rothen, oder umgekehrt diese zu jenen würden und der ganze übrige Theil des Spectrums verschwände, so wären doch immer noch genug unsichtbare, aus kürzeren oder längeren Wellen bestehende Strahlen da, um das übrig gebliebene Licht zum vollkommnen Spectrum zu ergänzen. Diefs nun eben findet im Allgemeinen bei dem Geräusche nicht statt, und dennoch ist selbst bei ihm die Veränderung nicht merkbar.

§. 14.

Es wird leicht zu erweisen seyn, dafs dieser Satz keine blofse Annahme, sondern in der Natur begründet ist, denn erstlich würde das Gegentheil unwahrscheinlich seyn, und zweitens auch der bisherigen Erfahrung geradezu widersprechen.

In der Theorie der Bildung von Aetherwellen liegt kein Grund, warum vorzugsweise Schwingungen von einer gegebenen Länge erregt werden sollten, eben so wenig wie diefs bei den Schallwellen stattfindet. Es hängt nur von der Natur des schwingenden Körpers ab, ob schnellere oder langsamere Schwingungen erregt werden. Es würde demnach sehr sonderbar seyn, wenn nur diejenigen Schwingungen hervorgerufen würden, welche für das menschliche Auge sichtbar sind. Ueberdiefs widerspricht es der Analogie mit dem Schalle, denn in der Luft können bestimmt Wellen erregt werden, die für die Wahrnehmung durch das Ohr zu lang oder zu kurz sind.

Das Gegentheil ist also sehr unwahrscheinlich; es ist aber auch der Erfahrung zuwider. Ich werde, um mich nicht in Hypothetisches zu verwickeln, unberücksichtigt lassen, dafs diefs- und jenseits des Lichtspectrums chemische, wärmende oder anderweitige Strahlen vorhanden sind, zumal ich es für sehr wahrscheinlich halte, dafs diese Strahlen nicht in leuchtende übergehen können, sondern von den Lichtstrahlen durch eine solche Modification der Wellen unterschieden sind, wie wir beim Schalle *Klang* nennen, — vielmehr will ich mich nur auf die Lichtstrahlen beschränken.

Herschel, und Einige mit ihm, haben aufserhalb des für uns unsichtbaren Violetts noch Strahlen von Lavendelfarbe gesehen. Diese Strahlen müssen also nothwendig zu violetten werden, und vielleicht könnte ein Anderer noch jenseits dieser Lavendelstrahlen eine andere Farbe wahrnehmen. Besonders wird meine Behauptung verstärkt durch die vor etwa dreifsig Jahren

von Arago gemachte Beobachtung, dafs der Brechungsindex des von Gestirnen auf die Erde gesandten Lichts ungeändert bleibt, die Erde mag sich ihnen nähern oder von ihnen entfernen [1]). Diese Beobachtung ist nun nicht anders zu erklären als durch die Annahme Arago's [2]): *„que les corps lumineux émettent des rayons avec toutes les vitesses possibles et que dans l'emsemble de ces vitesses une seule produit la sensation de lumière, ce qui rend compte aussi de l'égalité de vitesse apparente des royons de toutes les étoiles."* Wenn man diefs in die Sprache der Undulationstheorie übersetzt, und bedenkt, dafs es im freien Aether nur Eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit geben kann [3]), so mufs man annehmen, dafs die Gestirne Wellen von unendlich verschiedener Oscillationsgeschwindigkeit aussenden, und dafs von der Gesammtheit dieser Oscillationsgeschwindigkeiten nur diejenigen die Empfindung des Lichts und einer bestimmten Farbe erregen, welche wir als solche im Sonnenspectrum haben kennen gelernt. Sind dann auch die Strahlen, welche bei relativer Ruhe der Erde sichtbar waren, in Folge der Bewegung mehr oder weniger abgelenkt als früher, so ist doch auch zugleich die Oscillationsgeschwindigkeit eine andere geworden: sie haben dadurch ihre Farbe geändert, und andere, früher unsichtbare Strahlen haben ihre Stelle und Natur genau ein- und angenommen.

Nur eine Schwierigkeit bleibt mir noch zu beseitigen; sie entspringt daraus, dafs man den verschiedenen Farben

1) Man findet sie auseinandergesetzt in Biot's *Traité d'Astronom. physique Edit. III, T. III, p.* 139 *et* 141.

2) Die Erklärung, welche Fresnel in Aufforderung von Arago gegeben hat, ist nicht haltbar. *Ann. de phys. et de chimie T. IX, p.* 58; auch gegen die Erklärung Cauchy's (*Compt. rend. T. VIII, p.* 327) ist einzuwenden, dafs auch das Verhältnifs der relativen Geschwindigkeit sich bei der Bewegung ändert. Arago hat seine Erklärung wiederholt in den *Compt. rend. T. VIII, p.* 326.

3) Cauchy, *Dispersion de la lumière.*

des Spectrums verschiedene Intensitäten zugeschrieben hat, namentlich den gelben und blauen Strahlen die gröfste. Wenn dem wirklich so wäre, so könnte man sagen, es würde, bei Stellvertretung einer Farbe durch die andere, in dem veränderten Spectrum das intensive Gelb in intensives Orange, das schwache Grün in schwaches Gelb u. s. w. übergehen, und folglich das Spectrum eine ganz andere Tinte annehmen. Allein, wenn man auch aufser Acht lassen will, dafs es beinahe die complementaren Farben sind, welche eine gleiche Intensität zu haben scheinen, so mufs es doch als ein kräftiges Argument gegen jenen Einwurf angesehen werden, dafs die erwähnten Farbenintensitäten höchst wahrscheinlich subjectiv, von dem Auge selbst abhängig sind. Ich will hier nur an das erinnern, was Melloni in diesen Annalen gesagt hat [1]). Ist dieses richtig, so ist auch sogleich jener Einwurf beseitigt, denn dann werden schwache grüne Strahlen zu intensiven gelben, und intensiv gelbe zu schwach orangefarbenen.

§. 15.

Ich kann nicht umhin hier noch mit wenigen Worten der zweiten schönen Abhandlung des Hrn. Professor Doppler zu gedenken [2]). Gegen diese mag wohl nichts einzuwenden seyn, da schwerlich Jemand die oben erwähnte Annahme Fresnel's billigen wird. Aufser dafs Hr. Prof. Doppler viele astronomische Beobachtungen angegeben hat, durch welche die Theorie geprüft werden kann, hat er auch einige interessante Folgerungen gezogen, und gezeigt, dafs sie auch für spätere Entdeckungen fruchtbar seyn kann, sobald sie nur einmal erst ganz bestätigt ist.

1) Melloni, *Compt. rend., XIV, p.* 328, und diese Ann. Bd. 56, S. 574.

2) Christian Doppler: Ueber eine bei jeder Rotation des Fortpflanzungsmittels eintretende eigenthümliche Ablenkung der Licht- und Schallstrahlen. Prag, 1844.

Hierauf kommt es nun aber eben an, und es wundert mich darum, dafs gerade diejenige astronomische Beobachtung, welche am leichtesten diesen Beweis liefern kann, nicht ausdrücklich angeführt ist. Ich meine die Bedekkung der Jupiterstrabanten nicht durch den Kernschatten des Planeten, sondern durch den Planeten selbst, welche letztere Beobachtung, wenn sie auch eben so schwierig als die erste seyn möchte, doch den Vorzug hat, dafs sie einen doppelt so grofsen Unterschied giebt. In der Annahme nämlich, dafs die Bahn des Trabanten genau in der Ebene des Jupiter-Aequators läge, würde der Satellit erst hinter seinem Hauptplaneten verschwinden, wann er bereits 26,86 Raumsecunden hinter demselben fortgerückt ist, und würde schon wieder sichtbar werden, wenn er noch eben so viele Secunden fortrücken müfste, um, im Fall die rotatorische Ablenkung nicht vorhanden wäre, sichtbar zu seyn. Zu solchen Beobachtungen hat man oftmals Gelegenheit und ist unabhängig von einer genauen Zeitbestimmung. Ich glaube, es würde auf diese Weise leichter seyn die rotatorische Ablenkung darzuthun, als durch das sogleich erwähnte Instrument, welches zu viele practische Schwierigkeiten hat, um in Anwendung kommen zu können, selbst wenn man einen Künstler hätte, wie Hr. Arago in Hrn. Bruguet gefunden hat. Es würde immer noch leichter seyn, die von Arago zur Entscheidung über die Emissions- und Undulationstheorie ersonnenen, sich 2000 Mal in einer Secunde umdrehenden Spiegel darzustellen [1]), als einen Glascylinder anzufertigen, welcher, bei einem Meter Durchmesser, 1000 Mal, oder bei $\frac{1}{2}$ Meter Durchmesser, 2000 Mal in der Secunde um eine horizontale Axe rotirte, dabei eine genau cylindrische Oberfläche darböte, aus homogenen Glase bestände, und höchst genau centrirt wäre, um dem Lichtstrahl, der ihn in einer auf der Axe senkrechten Ebene durchlief, eine rotatorische Ablenkung von $\frac{5}{6}$ Secunden

1) Arago, *Compt. rend., T. VII, p.* 954. Dies. Ann. Bd. 46, S. 28.

einzuprägen, eine Gröfse, welche immer noch nicht leicht zu messen seyn würde. Ich gebe auch darum nur die Idee, nicht die Details.

Utrecht, den 5. August 1845.

II. *Von der Geschwindigkeit des Schalls zwischen zwei Standpunkten von gleicher oder ungleicher Höhe über dem Meere;*

von den HH. A. Bravais und Ch. Martins.

(*Ann. de chim. et de phys., Ser. III, T. XIII, p.* 5.)

I. Schallgeschwindigkeit zwischen zwei Standpunkten von gleicher Höhe über dem Meere.

Die ersten Versuche über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls in der Luft zwischen zwei Standpunkten, deren Höhenunterschied Null oder unbedeutend ist, stammen von Mersenne und Gassendi her; sie wurden von vielen Physikern wiederholt, unter andern von denen der *Accademia del Cimento*, von Rob. Boyle, Bianconi, Flamsteed und Halley. Allein der Widerspruch zwischen den von ihnen erhaltenen Zahlen beweist genugsam, dafs die experimentellen Methoden damals noch nicht weit genug waren, um genaue Resultate zu erlangen; auch hat es die Pariser Academie der Wissenschaften für ihre Pflicht gehalten, Versuche zu unternehmen, um die Gesetze dieser Fortpflanzung scharf zu bestimmen. Es wurde eine Commission ernannt, bestehend aus Lacaille, Maraldi und Cassini de Thury, denen mehre Gehülfen hinzutraten [1]). Die Sternwarte, die Pyramide von Montmartre, die Mühle von *Fontenay-aux-Roses* und das Schlofs *Lay* waren die von den Acade-

1) *Sur la propagation du son, par Mr.* Cassini de Thury (*Mém. de l'acad., année* 1738, *p.* 128.).