andern Cylindern und in einem andern Jahre gefunden, daß 1,415 etwas zu klein seyn muß. Für Wardöhus giebt die Hansteen'sche Karte 1,477.

IV. *Bemerkungen gegen den in diesen Annalen (Bd. XXIX S. 381) enthaltenen, wider mich gerichteten Aufsatz des Hrn. Muncke über Thermoelektricität des Glases; von E. Lenz.*

Hr. Muncke hält die von mir (Poggend. Annalen, Bd. XXV) gegen seine Behauptung der Thermoelektricität des Glases gemachten Einwürfe und Versuche für gar nichts gegen seine Hypothese beweisend, und setzt die Gründe für dieses sein Dafürhalten aus einander. Hierauf habe ich Folgendes zu erwiedern.

Ich habe in meiner Abhandlung Zweierlei zu beweisen gesucht:

- 1) daß die Bewegungen in meiner Drehwage nicht durch Elektricität erzeugt werden,
- 2) daß die Ursache derselben in Luftströmungen zu suchen sey.

Was nun den ersten Punkt betrifft, so ist es dieser, gegen den Hrn. Muncke's Vorwurf gerichtet ist, und zwar deshalb, weil, nach seiner Meinung, bei meinen Versuchen die Anziehung der Elektricität des Glases auf den Hebelarm des Wagebalkens so unvortheilhaft wirkte, daß es gar nicht zu verwundern war, wenn die von ihm behaupteten Bewegungen nicht erfolgten. — Wir wollen den Fall näher betrachten. Bei der unempfindlichen Aufhängung des Wagebalkens meiner Drehwage an dem Silberfaden (dessen Dicke ich, auf Hrn. Muncke's Verlangen, hier $= \frac{1}{10}$ Millim. angebe), ward der Wagebalken, wenn er sich in der unteren Hälfte des Raums be-

fand, in welchem er hing, um 5° zur erwärmten Stelle der oberen Glasplatte hinbewegt. Hing er an drei Coconfäden, so wurde das Holundermarkkugélchen am Ende desselben bis zum vordern Rande des auf der Glasplatte ruhenden warmen Cubus hingezogen, wobei sich die Drehung der Coconfäden als völlig unwirksam erwies. Wir können also diesen Punkt als den anziehenden ansehen. Nehmen wir den Wagebalken nun bei der ersten Aufhängung am Silberfaden in der Lage, wo das Holunderkugélchen die gröfste Anziehung von 5° zur erwärmten Stelle hin erlangt hat, und berücksichtigen wir die in meiner früheren Abhandlung angegebenen Dimensionen der verschiedenen Theile meines Apparats, so ergibt sich leicht die horizontale Proportion der Entfernung des vorderen Randes des warmen Cubus zur Mitte des Holunderkugélchens $= 88,54$ Millimet., während der verticale Abstand desselben von der oberen Glasplatte $= 34$ Millimet. war. — Hieraus finden wir die horizontale und auf den Wagebalken senkrecht gerichtete Componente der Anziehung des Kugélchens zur erwärmten Stelle (die ganze Anziehung $= 1$ gesetzt) $= 0,912$, folglich wirkt die Anziehung mit mehr als als $\frac{9}{10}$ ihrer vollen Kraft auf die Drehung des Wagebalkens hin und somit fällt auch Hrn. Munké's Vorwurf, als schiene ich die Aufhängung recht absichtlich so eingerichtet zu haben, dafs die Thermoelektricität des Glases unwirksam würde, in sofern dieses von der *Richtung* der Anziehung behauptet wurde, weg. Nachdem die Anziehung von 5° erfolgt war, gab ich der Kugel Elektricität, erst positive, dann negative; dadurch hätte sie nun entweder zur erwärmten Stelle hingezogen oder von ihr abgestofsen werden müssen, je nachdem das Glas — oder $+$ Elektricität besafs, und da diese Anziehung oder Abstofsung mit mehr als $\frac{9}{10}$ ihrer Kraft auf die Drehung hinarbeitete, und doch bestimmt keine Drehung von 1° erfolgte, so bliebe nur die Unempfindlichkeit der Aufhängung am

Silberfaden als Ursache dieses negativen Resultats übrig. Diese ruft auch Hr. Muncke zu Hülfe, indem er geradezu behauptet, daß die von ihm beobachtete Drehung durch Elektrizität des Glases bei Aufhängung an einem Silberfaden gewiß nicht bemerkt werden könnte (S. 385). — Daher giebt er dann auch den zweiten der oben berührten Punkte zu, d. h. er schreibt die von mir beobachteten Phänomene, wie ich selbst, Luftströmungen zu, wie solches denn auch nach der Verschiedenheit der Abweichung, je nachdem der Wagebalken in der oberen oder unteren Hälfte des Raums zwischen der Boden- und oberen Glasplatte hing, nicht wohl anders anzunehmen ist. Daraus folgt nun aber auch offenbar, da diese Luftströmungen eine Abweichung von 5° hervorbrachten, während die Kugel durch mitgetheilte Elektrizität keine Ablenkung eines ganzen Grades erfuhr, daß die Luftströmungen fünf Mal stärker wirkten, als die vermeintliche Thermoelektricität des Glases auf die elektrisirte Kugel, folglich etwa zehn Mal stärker als die Wirkung derselben auf eine nicht elektrisirte, welches letztere bei Hrn. Muncke's Versuchen immer der Fall war. Nun glaube ich aber doch, daß ich in diesem Falle von Hrn. Muncke mit Recht verlangen kann, daß er seine Versuche von diesem 10 Mal mächtigeren Einfluß der Luftströmungen befreie, ehe er seine hypothetische Thermoelektricität des Glases als erwiesene Wahrheit allgemein anerkannt wissen will, und daß er sie auf bessere Beweise gründe, als auf den oft wiederholten Satz: »ich, Kapitain Kater und andere Freunde fanden, daß diese Bewegungen durchaus wie elektrische aussehen.« — Sein zweiter Grund, daß die Bewegungen des Wagebalkens, nach Fresnel's, Pouillet's und seinen eigenen Versuchen, bei 400facher Verdünnung der Luft in dem Apparate ebenfalls stattfanden, ist, nach Pouillet's Erfahrungen, nicht haltbar, denn dieser Experimentator fand auch hier eine Entgegensetzung der Richtung dieser Bewegungen, je nachdem

der Wagebalken oben oder unten hing, was Hr. Muncke in seinem Aufsatz (Poggend. Ann. XXII) anführt, wovon er aber nachher ganz abstrahirt. Ich habe in meiner früheren Abhandlung zu zeigen gesucht, woher es sich erkläre, daß die Bewegungen durch Strömungen in verdünnter Luft fast eben so erfolgen als unter dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre, weil nämlich wahrscheinlich, was an Strömungen abgeht, durch Geschwindigkeit ersetzt werden möchte.

Es ist überhaupt auffallend, daß Hr. Muncke die Verschiedenartigkeit der Bewegungen im untern und obern Raum, die doch durchaus entscheidend gegen seine Hypothese sind, gar nicht berücksichtigt, oder daß er sich wenigstens von ihrem Nichtdaseyn nicht durch eigene Versuche zu überzeugen suchte, da diese Verschiedenheit doch einstimmig von Hrn. Pouillet und mir in der Erfahrung nachgewiesen worden ist. Ich hatte gehofft, meine Abhandlung würde ihn dazu veranlassen; da ich mich aber in dieser Hoffnung getäuscht sah, so beschloß ich, diese Versuche an einem, dem Muncke'schen an Empfindlichkeit ähnlichen Apparate anzustellen. Ich construirte mir also eine Drehwage, wo der Wagebalken ein feiner Glasfaden (von 0,3 Millimet. Dicke) war, der an dem einen, 50 Millimet. langen, Arme ein Holundermarkkugélchen (von 7 Millimet. Durchmesser) trug, an dem anderen kürzeren Arme (33 Millimet. lang) aber durch ein Lackkugélchen (von 2,7 Millim. Durchmesser) aufgewogen wurde. Aufgehängt wurde dieser leichte Wagebalken an einen einfachen Coconfaden. Der Glascylin- der der Drehwage, in welchem sich der Wagebalken befand, und innerhalb welches er in jeder beliebigen Höhe, durch Aufwinden des oberen Endes des Coconfadens, horizontal schwebend erhalten werden konnte, hatte eine Höhe von 133 und einen Durchmesser von 138 Millimet.; der Boden desselben war Holz, der Dekkel eine Glasplatte, die in der Mitte eine Glasröhre für

den Coconfaden trug. Die Resultate der Versuche mit diesem Apparate waren folgende:

Als er auf einem Fensterbrette gegen Norden stand, so richtete sich das Holunderkügelchen, wenn der Wagebalken im unteren Raum hing, gerade vom Fenster ab, dem Zimmer zu, und ein seitwärts genäherter warmer Körper zog es zu sich hin, bis es sich ihm gegenüber einstellte; eine Drehung des Coconfadens von 360° veränderte an beiden Phänomenen, so wie an dem folgenden, gar nichts. — Als der Wagebalken aber im oberen Raum hing, richtete sich das Holunderkügelchen *gerade zum Fenster hin*, und ein seitwärts genäherter warmer Körper *stiefs dasselbe ab*, so dafs es sich in einer ihm diametral entgegengesetzten Stellung festsetzte. Die Annäherung des erwärmten Körpers geschah etwa 60° seitwärts von der Richtung des Wagebalkens bis auf 1 Zoll von der äufseren Glaswand; der Körper war ein birnförmiges, massives Messingstück, seine Temperatur etwa 60° R. — Diese letzten beiden Phänomene sprechen offenbar geradezu gegen Hrn. Muncke's Thermoelektricität. Da Hr. Muncke sich auf Zeugen beruft, so sey es mir vergönnt auch von meiner Seite die HH. Akademiker Parrot, Kupffer und Hefs als solche zu nennen, welche mir die Erlaubnifs dazu ertheilt haben.

Hr. Muncke sagt ferner in seinem letzten Aufsätze, dafs er eigentlich die Thermoelektricität des Glases gar nicht habe beweisen wollen, denn sie sey schon früher bekannt, ja ein ganz roher Versuch bewaise sie augenscheinlich. Man brauche nur eine Glasplatte auf einem warmen Ofen zu erwärmen, und sie werde nicht nur das Electrometer afficiren, sondern selbst eine frei schwebende Pflaumsfeder anziehen. — Was das frühere Bekanntseyn der Thermoelektricität des Glases betrifft, so mufs ich es Hrn. Muncke überlassen, mir eine Stelle darüber in einem Lehrbuche oder Journale nachzuweisen; ich habe bisher nie etwas davon gehört oder gele-

sen, sondern unter den durch Wärme elektrisch werden-
den Körpern immer nur *krystallisirte* angeführt gesehen.
Im Gegentheil will Matteucci gefunden haben, daß das
Glas zwar durch's Sonnenlicht elektrisch werde, durch
dunkle Wärme aber *durchaus nicht*. Hr. Muncke sagt
zwar, daß die Versuche jenes Physikers, durch Berüh-
rung einer erwärmten Glasplatte und des Knopfes eines
Goldblatt-Elektrometers, viel zu unvollkommen angestellt
seyen (Poggend. Annal. Bd. XX S. 425); wie stimmt
dieses denn aber mit dem so eben angeführten Versuche
zusammen, daß nämlich eine erwärmte Glasplatte nicht
nur das Elektrometer afficire, sondern auch selbst eine
Pflaunfeder anziehe? Hier wird derselbe Versuch als
Beweis seiner Hypothese angeführt, welchen er als zu
unvollkommen verwarf, als das Resultat seiner Ansicht
entgegen war. — Wie dem auch sey, so wäre der er-
wähnte rohe Versuch allerdings gegen meine Ansicht von
großem Gewichte, wenn er wirklich das von Hrn. Muncke
behauptete Resultat gäbe. Ich beeilte mich daher gleich
nach Lesung der Muncke'schen Abhandlung ihn zu wie-
derholen. Ich nahm eine quadratförmige Platte hiesigen
Spiegelglases von 9 Quadratzoll Oberfläche, schraubte
sie an einem Ende in einen Handfeilkolben und prüfte
sie an einem empfindlichen Bohnenberger'schen Elek-
trometer ¹⁾; nachdem sie in Wasser getaucht und an der
Luft trocken geworden war, hatte sie alle zufällig durch
Reibung in ihr vorhandene Elektrizität verloren. Hier-
auf stellte ich sie vorsichtig, mit möglichster Vermeidung
aller Reibung, in einen vor einigen Stunden geheizten
Ofen, indem ich sie immer nur am Feilkolben faßte, und
nachdem sie eine Viertelstunde darin gelegen, brachte
ich sie an's Elektrometer. In mehr als zwanzig Fällen

1) Er giebt bei dem Volta'schen Fundamentalversuche der Tren-
nung einer Zink- und Kupferplatte, wo erstere z. B. mit dem
Erdboden in Verbindung steht, die Negativität der Kupferplatte
ohne Condensator sehr merklich an.

gab sie nicht die geringste Spur von Elektrizität, nur einmal zeigte sich eine kleine Spur, die aber offenbar von Reibung des Glases bei Hineinbringung in den Ofen oder selbst beim Tragen durch die Luft an dieser entstanden war. Die Temperatur der Platte war so, daß ich den Feilkolben nicht wohl mit bloßer Hand anfassen konnte. — Dieses Resultat widerspricht dem von Muncke erhaltenen geradezu, und ich begreife diesen Widerspruch in der That nicht, denn von Hrn. Muncke kann man unmöglich annehmen, daß er den Versuch *so sehr roh* angestellt habe, daß er die warme, also sehr trockne Glasplatte unmittelbar mit der Hand angefaßt habe (in der That macht das leiseste Streichen des Glases mit den Fingerspitzen das Elektrometer an den negativen Pol des Zamboni'schen Säulchen anschlagen). — Auch für diesen Versuch kann ich die oben angeführten Männer als Zeugen anführen. — Da ich die Ursache des Widerspruchs zwischen unseren Resultaten eines und desselben Versuchs in Verschiedenheit des Glases vermuthete, so habe ich ihn mit böhmischem Glase, welches sich durch seine bedeutend größere Härte vor dem hiesigen auszeichnet, wiederholt, aber ganz mit demselben Erfolge.

Endlich sagt Hr. Muncke (S. 385): »Wenn Jemand aber vorzieht anzunehmen, die ausnehmend langsame Drehung des Wagebalkens durch einen Bogen von 90° gegen eine 2 Pariser Fufs entfernte Kerzenflamme (die ein gewöhnliches feines Quecksilberthermometer gar nicht wahrnehmbar afficirte) und das nachherige Feststehen in dieser Richtung werde durch Luftströmungen im verschlossenen Raume der gläsernen Halbkugel bewirkt, so scheint es mir am besten hierüber gar nicht zu streiten.« Dieser Satz des Hrn. Muncke entscheidet gar nichts, denn ich sehe nicht ein, mit welchem Recht Hr. Muncke den geringen Temperaturunterschied für Erzeugung der Thermoelektrizität hinreichend findet und zu-

gleich seine Wirksamkeit für Luftströmungen als gar nicht denkbar ansieht. Denn selbst das etwas sonderbare Argument, welches Hr. Muncke in seinem früheren Aufsatz (Bd. XX S. 424) gegen Diejenigen vorbringt, die sich wundern, daß ein so geringer Temperaturunterschied im Glase dieser schön thermoelektrisch erregen könne, läßt sich mit demselben Rechte auf Luftströmungen anwenden, wenn man nur die Worte: »elektrische Spannung und Elektrizität« in »Luftströmungen« übersetzt; es heißt dort nämlich: »Endlich läßt sich aus der Kleinheit der *elektrischen Spannung* kein Argument hernehmen (d. h. gegen die Hypothese der Thermoelektricität), denn eben hierin liegt das Merkwürdige des Phänomens, daß eine so geringe Wärmedifferenz und die dadurch erzeugte, anderweitig ganz unmeßbare Wärmeströmung dennoch hinreichend ist, um eine *Elektricität* zu erregen, welche die im höchsten Grade leichte Bewegung des Wagebalkens erzeugt.« — Uebrigens aber widerlegt ein Versuch mit dem zuletzt von mir construirten, dem Munckeschen an Empfindlichkeit wenig nachstehenden Apparate, den zu letzt erwähnten abweisenden Ausspruch des Hrn. Muncke geradezu. Eine ihm auf 2 Fuß genäherte Wachskerze brachte eine Abweichung von 30° hervor, und zwar war die Bewegung *von der Seite der Kerze* abgewandt, weil der Wagebalken im oberen Raum hing; also fand hier offenbar eine Abweichung durch die 2 Fuß entfernte Kerze statt, die gewiß von keiner Thermoelektricität des Glases herrührt, sondern von Luftströmungen, da das Holunderkugeln von der, der Kerze zugekehrten Wand des Glaszylinders der Drehwage scheinbar *abgestoßen ward*. Der Versuch ward mit demselben Erfolge sechs Mal wiederholt.

Das Einzige was mir noch übrig zu bleiben scheint, wenn Hr. Muncke seine Versuche für durchaus überzeugend ansieht, wäre, daß die Glassorten sich verschieden in Hinsicht auf Thermoelektricität verhalten; allein

für mich ist auch dafür wenig Wahrscheinlichkeit vorhanden, denn der Glascylinder des von mir zuletzt construirten Apparats war aus Göttingen, und gab dennoch eben solche Resultate, wie das böhmische und hiesige Glas. Indessen mag Hrn. Muncke's Glas doch ein ganz besonderes seyn; in diesem Falle aber, glaube ich, würde er der Wissenschaft würdiger handeln, wenn er sein früheres Argument, welches von dem Aussehen der Bewegungen hergenommen ist, und höchstens für Augenzeugen volle Beweiskraft haben kann, fahren ließe, und seine Versuche so anstellte, daß er den Wagebalken in den oberen und unteren Raum eines Glaszylinders aufhängen kann. Geschieht die Ablenkung dann im unteren zur wärmeren Stelle hin, im oberen aber von ihr weg, so muß er seine Hypothese der Thermoelektricität fahren lassen; ist die Richtung der Ablenkung aber in beiden Fällen dieselbe, so muß ich Hrn. Muncke für seinen Apparat Recht geben. Der Versuch ist einfach und durchaus entscheidend. Bis Hr. Muncke ihn aber angestellt hat, kann ich nicht anders, als seiner Hypothese der Thermoelektricität widersprechen.

Was die Versuche des Hrn. Becquerel betrifft, die Hr. Muncke in der Nachschrift seines letzten Aufsatzes erwähnt, so müssen wir die Bekanntmachung derselben von Hrn. Becquerel selbst abwarten; vielleicht, daß sie in der That die Thermoelektricität besonderer Glassorten, nach Art der des Turmalins, beweisen.

Hiemit habe ich zur Ausmittlung der Wahrheit gethan was ich konnte; ich muß es nun anderen Experimentatoren überlassen, meine Versuche und die des Hrn. Muncke zu controliren, was ich um so eher hoffen darf, da sie so leicht zu wiederholen sind, indem die dazu gehörige Drehwage (wie die von Coulomb angegebene elektrische) wohl den meisten Physikern zu Gebote steht; Hrn. Muncke aber kann ich aufrichtig versichern, daß es mir auf jeden Fall erfreulich seyn wird,
wenn

wenn der in Frage stehende Punkt auf diese Weise bestimmt entschieden wird, sollten selbst meine Ansichten dadurch widerlegt werden.

V. *Ueber die optischen Eigenschaften der hemiprismatischen oder zwei- und eingliedrigen Krystalle. Aus einem Schreiben des Prof. F. E. Neumann an den Herausgeber.*

— U nter der großen Anzahl schöner optischer Präparate, welche Hr. Professor Nörrenberg in Tübingen mir bei meiner Anwesenheit daselbst im vorigen Jahre zeigte, zog dasjenige des Gypses ganz besonders meine Aufmerksamkeit auf sich. Es waren nämlich *Gypsplatten, senkrecht geschnitten gegen die Linie, welche den Winkel der optischen Axen halbirt, und diese Platten zeigten in Betreff der Farben der Ringsysteme eine auffallende Verschiedenheit zwischen beiden Axen.* Herschel ¹⁾ hat die zweiaxigen Krystalle nach den Farbenerscheinungen um ihre Axen in zwei große Klassen getheilt. Wenn man zwei Turmalinplatten rechtwinklig kreuzt und den Hauptschnitt eines zweiaxigen Krystalls parallel mit einer der Turmalinaxen dazwischen bringt, so kehren, bei einem Krystalle der ersten Klasse z. B. beim Topas, die centralen farbigen Räume um die Axen einander ihre blaue Enden zu; dagegen ihre rothe Enden, wenn der Krystall zur zweiten Klasse gehört, wie der Arragonit. Die eine der Gypsaxen gehört nun entschieden zur zweiten Klasse; sie ist lebhaft gefärbt, roth und grün, und das Roth ist der andern Axe zugekehrt; diese andere Axe zeigt nur eine schwache und undeutliche Färbung der Enden der centralen gelben Ellipse, so

1) *Philosoph. Transact.* 1820.