III.

VORSCHLÄGE

zur Vervollkommnung der Areometer,

VON

L. A. VON ARNIM.

Um die Bemerkungen des Bürgers Hassenfratz, über die Veränderung des specifischen Gewichts durch die Adhärenz, nützen zu können, muß vorher untersucht werden: ob dieser Einfluß sich über alle unfre Werkzeuge zur Bestimmung des specifischen Gewichts fester und flüssiger Körper erstreckt? Zugleich führen sie uns auf eine andere nicht minder wichtige Frage: ob die specifische Anziehung der verschiedenen Materien gegen die atmosphärische Luft, in der wir ihr absolutes Gewicht bestimmen, ebenfalls einen veränderlichen Einfluß auf unfre Wagen hat?

Hr. Hassenfratz sagt nicht, ob er mit dem Nicholson'schen Areometer, oder mit der gewöhnlichen hydrostatischen Wage, oder mit seinem eignen Areometer, (*f. Annalen*, I. B., 2. St., S. 146,) jene falschen Resultate erhalten, denen er nur durch die Homberg'sche Methode auswich. Genug, alle drei Methoden sind augenscheinlich dem Fehler unterworfen, daß die Anziehung der

Flüssigkeit den Druck der Körper auf das Fluidum, und dadurch die Anzeige des specifischen Gewichts vermindert; und bedürfen deshalb einer Correctionstafel, deren Entwerfung nicht wenig schwierig seyn möchte. Doch läßt sich dieser Störung bei den Nicholson'schen Areometern vielleicht durch eine sehr einfache Aenderung ausweichen.

In allen den Fällen, wo irgend eine specifische Anziehung der allgemeinen Anziehung entgegen wirkt, wird diese nur in einer gewissen Rücksicht, keinesweges aber überhaupt aufgehoben. So hört das Eisen, welches der Magnet trägt, nicht auf, schwer zu seyn; nur drückt es jetzt nicht mehr gegen den Körper, der darunter liegt. Es hat nun mit dem Magnete einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt; und wer diesen unterstützt, trägt eben so viel, als wenn beide durch keine specifische Anziehung vereinigt wären. So wird auch der Theil der Schwere der Körper, welcher durch ihre Adhäsion mit dem Wasser für das Areometer verloren geht, nicht aufgehoben, sondern er wirkt bei der Schwere des Ganzen mit, und läßt sich daher in Rechnung bringen, wenn man auf die Schwere des Wassers, worin der Körper liegt, gehörig sieht. Dazu würde ich nun ein cylindri-

ches Gefäß, (Taf. VII, Fig. 6,) statt des konischen bei den gewöhnlichen Nicholson'schen Areometern vorschlagen. In dieses legt man die Körper, nachdem man ihr absolutes Gewicht erforscht hat, und schließt dann das Gefäß durch den spitzen, mit einer Schraube versehenen Deckel *B*, der in seiner Spitze bei *c* eine kleine Oeffnung hat, um dem Wasser freien Zutritt in das Gefäß zu gestatten, ohne daß Luft darin bleibt. So trägt das Areometer den durch Adhärenz erleichterten Körper und auch das dadurch gleich viel erschwerte Wasser, und man erhält das gehörige specifische Gewicht.

Aber auch das Fahrenheit Schmidt'sche allgemeine Areometer scheint mir Bestimmungen zu geben, die von dem erwähnten Fehler frei sind. Da dieses in Flüssigkeiten jeder Art, welche die verschiedenste Anziehung gegen Glas haben, getaucht wird, so sollte man zwar das Gegentheil vermuthen; da aber diese Anziehung ringsum gleich stark wirkt, so scheint sie den Stand des Werkzeugs in der Flüssigkeit, worauf dabei alles ankommt, nicht zu ändern, sondern nur einen Widerstand bei der Veränderung dieses Standes, durch aufgelegte Gewichte, hervorzubringen. Aber dieser Widerstand kann nur sehr geringe seyn, da Alle, die dieses Werkzeug kennen, die

Empfindlichkeit desselben, und die Genauigkeit bewundern, mit welcher es Unterschiede von Tausendtheilen des specifischen Gewichts angebr. *) Ja, diese große Empfindlichkeit ist selbst das Haupthinderniß beim Gebrauche des Instruments, welches deshalb einen großen Vorrath von kleinen sehr genauen Gewichten erfordert.

Um dieses Vorraths und des Zeitverlustes, den das Abwägen mit so kleinen Gewichten veranlaßt, entzührt zu seyn, möchte ich eine Veränderung des allgemeinen Areometers, wie sie Figur 7 darstellt, vorschlagen. In dieser Figur ist Alles wie bei dem allgemeinen Areometer, bis auf die beiden Glasröhren ab und $\alpha\beta$, zwischen welchen Scalen liegen. Denn ob der hohle Theil A einer Birne oder einer Kugel gleicht, ist unwesentlich. Jene beiden Röhren ab und $\alpha\beta$ sind dazu bestimmt, daß Quecksilber und destillirtes Wasser, (welche die Stelle der Gewichte vertreten,) hinein gegossen werde. Damit gleiche Gewichte in ihnen gleiche Längen einnehmen, müssen sie durchgehends gleich weit seyn, und gerade so wie Barometerröhren geprüft werden. Die, welche für das Quecksilber bestimmt ist, wird nur wenig entfernt von der Achse des In-

*) Siehe LICHTENBERG'S *Anmerkungen zu ERXLEBEN'S Naturlehre*. Sechste Auflage, §. 472, S. 410.

struments angeschmolzen. Die Scale wird in gleiche Theile getheilt, nachdem man durch einen Versuch gefunden hat, welche Länge einem bestimmten Gewichte Queckfilber in der Röhre zukommt. Das Gewicht der Flüssigkeit, die das Areometer aus der Stelle drückt, ist dann gleich dem Gewichte des Instruments, addirt zu dem eingegossenen Gewichte. Richtet man daher das Instrument so ein, daß es etwa 7000 Theilchen wiegt, und, um in destillirtem Wasser bis an die bestimmte Stelle sich einzutauchen, noch mit 3000 solcher Gewichtstheilchen beschwert werden muß; so zeigt die Veränderung jedes solchen Gewichtstheilchens die Veränderung von 0,0001 im specifischen Gewichte an. Durch die Queckfilberfäule bestimmt man Zehntheile und Hunderttheile, durch die Wasserfäule Tausend- und Zehntausendtheile des specifischen Gewichts. Dieses Areometer könnte außer der größern Bequemlichkeit und der größern Genauigkeit vielleicht noch einen andern Vorzug haben, indem es die Veränderungen des specifischen Gewichts, welche durch die Abweichungen von dem angenommenen mittlern Wärmegrade entstehen, durch Ausdehnung oder Zusammenziehung des Queckfilber und Wassergewichts compensirte. Diese Compensation ist freilich nicht pünktlich, aber

leider ist sie für andere Areometer, wegen der vielen nöthigen Beobachtungen, gar nicht in Rechnung zu bringen. Bei diesen Vorzügen hat ein solches Areometer jedoch den Nachtheil, daß es nicht nur oben, sondern auch nach unten, (um hierher den Schwerpunkt zu bringen,) verlängert werden muß; und diese Verlängerung macht es zerbrechlicher und auf Reisen weniger brauchbar. Diesem liesse sich jedoch dadurch abhelfen, daß man, wie in Fig. 8, die beiden Röhren ab und $\alpha\beta$, in das hohle, vorhin kugelförmige, jetzt cylindrische, Gefäß mnp einfenkte, da dann das Instrument nur wenig länger zu werden brauchte.

Wer die Bestimmung von Zehntausendtheilen des specifischen Gewichts dem Schmidtschen Areometer noch hinzufügen will, kann, (nach Anleitung der 9ten Figur,) an den Teller ab für die Auflegegewichte, die mit einer Scale versehene Glasröhre $\alpha\beta$ anschmelzen, welche durch das eingegossene destillirte Wasser diese feinen Abweichungen angiebt.

Hier noch einige andere Areometervorschläge.

Alle Areometer, die ich kenne, sind nur für Flüssigkeiten brauchbar, die wir in hinlänglicher Menge besitzen, um einen hohen Becher damit zu füllen. Aber wie oft kommen uns nicht ge-

ringere Mengen von Flüssigkeiten vor! und für sie mangelt noch ein Mikro-Areometer, das kleine Mengen ohne große Fehler messen könnte. Dazu ist das Werkzeug bestimmt, welches ich in Figur 10 orgestellt habe. *A* ist eine hohle Glaskugel, an welche eine kleinere mit Schrot oder Quecksilber gefüllte Kugel angeschmolzen ist. Die Glasröhre ist doppelt und mit einer Scale versehen, hat entweder bei *a* einen Boden oder geht auch durch die Kugel *A* durch. Oben ist sie offen und von innen bei *dd* mit einem Ringe von gefärbtem Glase versehen. Bis zu diesem Ringe wird die Röhre mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt und das Areometer in destillirtes Wasser gesetzt, so zeigt die Scale *ab*, durch tieferes oder geringeres Einsinken, das specifische Gewicht der Flüssigkeit an; denn bei gleichem Volumen verhalten sich bekanntlich die Dichtigkeiten oder specifischen Gewichte zweier Körper gegen einander, wie ihre absoluten Gewichte. Bei meinem Instrumente haben aber die Flüssigkeiten, welche untersucht werden, gleiche Volumina, indem sie alle die Röhren bis zu dem bunten Glasringe ausfüllen, und nach ihrem absoluten Gewichte richtet sich die größere oder geringere Menge von Wasser, welche das Werkzeug aus der Stelle

treibt, mithin auch das geringere oder stärkere Einsinken des Glascylinders *ab*. Ist diese in feiner ganzen Länge von gleichem Durchmesser, so wird, bei gleichen Gewichtszunahmen, auch die Gröfse des eingetauchten Stücks gleichmäfsig zunehmen, daher denn die Scale der Glasröhre in ihrer ganzen Länge in gleiche Theile einzutheilen ist. Diese gleichen Theile bestimme ich auf folgende Art. Ich beobachte den Stand des Instruments, wenn es mit Naphtha, Wasser und Schwefelsäure, also mit der leichtesten, der schwersten, und der Flüssigkeit, auf welche alle übrige specifische Gewichte, als Einheit, bezogen werden, gefüllt ist, und theile den Raum dazwischen in die bekannten Zehntheile und Hunderttheile ein. Die Tausendtheile können zwar nicht auf der Scale angezeigt, aber doch ungefähr geschätzt werden.

Ein anderes Instrument, welches im praktischen Gebrauche die Stelle eines Areometers, vielleicht auch eines sogenannten Bertholimeters vertreten kann, ist in Fig. 11 vorgestellt. In der Anwendung sucht man das specifische Gewicht der Stoffe gewöhnlich nur zu wissen, um darnach den Grad ihrer Reinheit oder ihre Vermischung mit einem fremdartigen Stoffe beurtheilen zu können. Dazu gebraucht man Alkoholometer,

Soolwagen u. f. w. Das Werkzeug Fig. 11 besteht aus einem Haarröhrchen *abcd*, aus starkem Glase verfertigt, welches unten gekrümmt ist, und sich in den hohlen Glaskegel *eaf* endigt. In diesen wird die Flüssigkeit bis *gg* gegossen und durch Saugen schnell empor gehoben; dann fällt sie bis zu dem Punkte, wo die specifische Anziehung zwischen ihr und dem Glase sie aufhält. Sind nun einige Flüssigkeiten, wie z. B. Alkohol, Naphtha u. f. w. mit einer Flüssigkeit, dem Wasser, gemengt, so giebt das nach Verschiedenheit der Mischung eine sehr verschiedene Anziehung zu dem Glase. Man wird daher ihre Reinheit mit ziemlicher Genauigkeit aus ihrem Stande in den Haarröhrchen beurtheilen können. Zu einer Entwerfung der Scale werden freilich wiederholte Versuche erfordert, da der Stand gar nicht in gleichem Verhältnisse mit dem specifischen Gewichte, sondern in ganz eignen Progressionen zunimmt. Feuchtigkeit und Wärme haben auf den Stand der Flüssigkeit, nach Musschenbroeks Versuchen über Haarröhrchen, keinen, der Barometerstand wenig Einfluß. *)

*) MUSSCHENBROEKII *Disf. physf. et geomet.*, Vienne 1756, *de tubis capillaribus*, pag. 8, 53 u. f. w.

Ich komme nun zur zweiten Frage: ob die verschiedene Anziehung der Körper gegen die Luft, nicht auch einen veränderlichen Einfluß auf die Bestimmung des absoluten Gewichts vermittelt unsrer Wagen hat. So geringe dieser Einfluß auch nur seyn kann, so scheint er doch schon von Herrn Professor Schmidt in Gießen an einer Wage von vorzüglicher Einrichtung, und bei sehr sorgfältig angestellten Versuchen wahrgenommen zu seyn. (S. SCHMIDT'S *physisch-mathematische Abhandlungen*, Gießen 1793, I, S. 214.) Herr Prof. Schmidt wog erst Papier und Mandelöl getrennt, auf dieser Wage. Dann bestrich er das Papier mit dem Mandelöhl, und fand das Ganze nachher $1\frac{1}{2}$ Richtpfennig leichter. Er glaubte nun zwar, die Ursache davon sey, weil Anziehung der Luft den Körper, der in derselben gewogen wird, schwerer mache, und Oehl geringere Anziehung gegen Luft als Papier hätte; beide Voraussetzungen scheinen mir aber nicht ganz zulässig zu seyn. Die Luft drückt ringsum gleich stark auf den zu wägenden Körper, und die Anziehung der Luft kann den Körper nicht schwer, wohl aber ihn leichter machen, indem sie ihn, so zu sagen, an die umgebende Luft, in der er gewogen wird, fesselt. Hätte nun Oehl weniger Anziehung gegen die Luft als Papier,

so würde das Ganze nach dem Bestreichen schwerer geworden seyn, welchem doch die Erfahrung widersprach. Jene Annahme der größern Anziehung des Papiers, ist nicht bloß aus dieser Ursache unzulässig, sondern ihr widerspricht auch die gemeine Erfahrung, daß Oehl bei mittlerer Temperatur sich schon mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre verbindet, und so verdirbt, Papier hingegen einer sehr erhöhten Temperatur dazu bedarf.

Mit diesen Schmidtschen Erfahrungen haben auch die Beobachtungen des Herrn Eimcke, (GREN'S *Journal der Physik*, Band VII, S. 31,) über den Gewichtsverlust glühender Körper, Aehnlichkeit. Sie sind indeß aus einer andern Ursache, nämlich aus der Vermehrung des Volums der Körper, ohne Vermehrung der Masse, zu erklären, wobei sie mehr Luft aus der Stelle drückten, also mehr an Gewichte verloren. So leicht man diesen Erfolg auch vorhersehen konnte, so sind sie doch deswegen besonders interessant, weil Musschenbroek *) und Andere, aus dieser nicht erfolgten Gewichtsverminderung in

*) MUSSCHENBROEK *Essay de Physique. à Leyde* 1739, I, p. 471, §. 956.

ihren Versuchen, die Schwere des Wärmestoffs erschlossen haben.

A N M E R K U N G

zum vorübergehenden Aufsatze des Bürgers Hassenfratz.

Ohne Herrn Hassenfratz nur entfernt einer unrechtmäßigen Benutzung eines fremden Eigenthums beschuldigen zu wollen, kann ich doch nicht unterlassen, für den thätigen Hauskbee die Ehre der *ersten* Erfindung des Einflusses der specifischen Anziehung der Flüssigkeiten auf den Körper, der darin gewogen wird, zurückzufordern. Er erzählt, (*Expériences physico - mécaniques sur différens sujets, par HAUSKBEÉ, à Paris 1754, T. I, p. 14 — 19,*) daß er einen Quadratzoll dickes Kupferblech, und dünnes Kupferblech von gleichem absoluten Gewichte, dessen Oberfläche sich zu jenem verhielt, wie 1:225, im Wasser gewogen und am dünnen Bleche zwei Gran Verlust mehr wahrgenommen habe. Eben so zerstiess er Kry stallglas, nahm gleiche Gewichte von diesem und von dem nicht zerstückten Glase, und fand wiederum eine

größere Gewichtsverminderung des erstern im Wasser. Dieses erklärt er daher, weil die feinem Glastheile im Wasser schwimmen, ohne auf die Schale der Wage zu drücken. Endlich sagt er, (pag. 17:) *Ce Phénomène doit être attribué à la même cause, qui soutient les liqueurs dans les tuyaux capillaires, c'est - à - dire, à l'attraction.* So richtig erklärte er schon dieses Phänomen, und doch hat man es bisher so ganz übersehen.

A.