Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern
Band: - (1859)
Heft: 437-439

Artikel: Die durch Blasen erzeugten Aspirations-Erscheinungen
Autor: Schinz, E.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-318680

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Nr. 437 bis 439.

Em. Schinz.

Die durch Blasen erzeugten Aspirations-Erscheinungen.

Vorgetragen den 17. December 1859.

Herr Prof. Gerber hat in der Sitzung vom 4. November zur Unterstützung seiner Ansicht über die anziehende Wirkung der Wärme die Behauptung aufgestellt: dass man durch das Einblasen warmer Luft in einen Trichter eine Pappscheibe gegen die weite Oeffnung desselben ansaugen könne.

Es wurde damals dieses Factum sowohl, als die beabsichtigte Erklärung desselben in Zweifel gezogen. Ich erlaube mir darum, heute eine genauere Prüfung jener Behauptung vorzulegen.

1) Eine runde Pappscheibe wurde an zwei Fäden vertical aufgehängt, und dagegen mit einem Glastrichter geblasen. (Die Länge der Kegelachse desselben beträgt 10 Centim., der Radius der Kegelbasis 6 Centim., die Länge der Ansatzröhre 8 Centim.) Die Pappscheibe wurde stets abgestossen, niemals angezogen.

2) Um eine ansaugende Kraft noch wahrnehmbar zu machen, selbst wenn sie sehr gering ist, wurde die Pappscheibe am Balken einer Drehwaage in einer Entfernung von etwa 1 Meter von der verticalen Drehungsachse derselben aufgehängt.

Auch hier fand stets nur Abstossung statt, wenn man durch den Trichter blies, nachdem man dessen weite Oeffnung der Pappscheibe genähert hatte.

3) Dagegen kann eine durch Blasen erzeugte Aspiration in folgender Weise hervorgebracht werden:

Man hänge eine runde (oder quadratische) Pappscheibe *A* von 12 Centim. Durchmesser an zwei Fäden in verticaler Ebene auf. Aus einer zweiten, ihr gleichen Pappscheibe *B* wird in der Mitte ein rundes Loch ausgeschlagen, in das man eine nicht zu enge Glasröhre (z. B. von 8 Millim. innerer Weite) so befestigt, dass die Fläche ihres Endquerschnittes in die Ebene der Pappscheibe B fällt.

Bringt man nun die Scheiben *A* und *B* einander so gegenüber, dass die Mündung der in *B* eingesetzten Glasröhre sich gerade vor der Mitte *a* der Pappscheibe *A* befindet, und dass die Distanz der beiden parallel gestellten Pappscheiben nicht mehr als etwa 5 Millim. beträgt; bläst man alsdann durch die Glasröhre gegen die freihängende Pappscheibe *A* hin, so wird dieselbe gegen *B* hingezogen, und folgt dieser, bei fortgesetztem Blasen, durch mehrere Zolle, wenn man die Röhre mit der Pappscheibe *B* von *A* zu entfernen sucht.

4) Der Vorgang bei diesem Versuch ist folgender:

Die durch die Röhre eingeblasene Luft erhält:

1° Geschwindigkeit und 2° bei *a*, wo sie die Pappscheibe *A* zunächst trifft: Verdichtung.

Durch ihre Geschwindigkeit übt die eingeblasene Luft auf *a* einen Stoss, und durch ihre Verdichtung auf ebendenselben centralen Theil der Pappscheibe *A* einen Druck aus. Beide Wirkungen müssten also, so lange sie allein vorhanden wären, die Scheibe *A* abstossen. — Immerhin wird durch diese nur geringe Kraft die Geschwindigkeit der nicht unbeträchtlichen Masse — der Pappscheibe sowohl, als der hinter ihr wegzutreibenden Luft — nur langsam vermehrt.

Bevor daher die Entfernung von *A* und *B* merklich zugenommen hat, wird die durch die Röhre geblasene Luft von der Scheibe *A* abgelenkt, und nimmt, in Folge ihrer Verdichtung, eine Geschwindigkeit in radialer Richtung an, welche sie der zwischen *A* und *B* befindlichen Luft mittheilt, und zwar um so vollständiger, je mehr die beiden Scheiben einander genährt sind.

Diese in radialer Richtung fortbewegten Lufttheilchen müssen nun ihre Bewegung, zufolge ihrer Trägheit, mit nur wenig abnehmender Geschwindigkeit beibehalten, selbst dann, wenn sie — in immer weiter von *a* entfernte, und folglich immer grösser werdende, ringförmige Räume gelangend — aus dem anfänglichen Zustand der Verdichtung in denjenigen der Verdünnung übergehen.

Sie werden nämlich vorerst aufhören, gestossen zu werden, so dass auch ihre Geschwindigkeit zu wachsen aufhört.

Hierauf werden sie theils die in ihrer Bewegungsrichtung liegenden Theilchen vor sich her stossen, theils die neben ihrer Bewegungsrichtung liegenden Lufttheilchen in die radiale Bewegung hineinziehen. Durch diese von ihnen mitgetheilte Bewegung wird ihre Geschwindigkeit allmählig vermindert.

Sobald einmal alle zwischen *A* und *B* liegenden Lufttheilchen in einen stationären Bewegungszustand getreten sind, so wird daher unter den um *a* concentrischen, ringförmigen Räumen einer sein, den wir a_1 nennen wollen, in welchem die Geschwindigkeit der in ihm enthaltenen Lufttheilchen ein Maximum ist. In einem andern, weiter von *a* entfernten, ringförmigen Raume a_2 wird die Verdünnung ihr Maximum erreichen. In dem ganzen Raume von a_1 bis zum Rande der

Pappscheiben wird aber die Luft in verdünntem Zustande sich befinden, und daher auch auf *A* weniger drücken, als die auf der andern Seite befindliche atmosphärische Luft. Ein Stoss wird aber von der Luft, die zwischen a_1 und dem Rande der Scheiben enthalten ist, gegen *A* nicht ausgeübt, da die Richtung ihrer Geschwindigkeit parallel ist zu der Scheibe *A*.

Während also auf den centralen Theil *a* der Scheibe *A* zwar eine Kraft wirkt, welche *A* von *B* zu entfernen strebt, wird der atmosphärische Luftdruck, welcher, zwischen a_1 und dem Rande der Scheiben, einer verdünnten Luftschicht gegenüber steht, diese viel grössere Fläche gegen *B* hintreiben, und so die definitive Annäherung der beiden Scheiben bewirken.

5) Oscillationsbewegung. Durch Annäherung der Scheiben *A* und *B* wird die mittlere Dichte, der zwischen ihnen eingeschlossenen Luft vermehrt und kann so steigen, dass, nach Zerstörung der Bewegung von *A* gegen *B*, die Scheibe *A* eine entgegengesetzte Bewegung beginnt. Allein dadurch wird die mittlere Dichte der eingeschlossenen, bewegten Luftschicht aufs Neue vermindert, wodurch neuerdings die Kraft ins Leben gerufen wird, welche erst die Bewegung, welche *A* von *B* entfernte, zerstört; dann wiederum *A* gegen *B* zurücktreibt.

6) Die Verminderung des Luftdruckes in dem ringförmigen Raume zwischen a_1 und dem Rande kann nachgewiesen werden. Zu diesem Ende durchbrach ich die Scheibe *B* mit zwei excentrischen Löchern, in welche ich vermittelst Korken zwei Uförmig gebogene, kleine Manometer von Glas einsetzte, in welchen eine gefärbte Flüssigkeit die Verminderung des Drucks zwischen den Scheiben durch ihr Steigen anzeigte.

Dieser Versuch gelingt leichter, wenn man die Bewegung von *A* gegen *B* hindert, damit nicht auf die Maximumsverdünnung der Luft in a_2 die oben besprochene Vermehrung der mittleren Dichte der zwischen *A* und *B* eingeschlossenen Luft folge, und so unmittelbar nach der Verdünnung eine ihrer Wirkung entgegentretende Kraft entstehe. Ferner habe ich, als dem Gelingen dieses Versuches förderlich, eine Disposition erkannt, bei welcher die nicht zu enge manometrische Glasröhre so in die Scheibe *B* einmündet, dass sie sich einem von *a* aus gezogenen Radius nähert, so dass die aus dem Manometer zwischen die Scheiben tretende Luft in ihrer Bewegungsrichtung mit den radial bewegten Lufttheilchen bereits nahe übereinstimmt.

Endlich stieg das gefärbte Wasser im Manometer um so höher, je stärker geblasen wurde, d. h. je grösser die Quantität und die aus der Verdichtung entstehende Geschwindigkeit der eingeblasenen Luft war.

Bei einem dem früher beschriebenen analogen Apparat mit hinreichend weitem Blaserohr, in welchem die Scheibe *B* horizontal gestellt, und die ihr parallele, aus Messingblech verfertigte Scheibe *A* unter ihr so angebracht ist, dass sie zwar nach *B* hingehoben, aber nicht mehr als etwa 6 Millim. von *B* entfernt werden kann; und wo das an der Scheibe *A* angebrachte Manometer deren Gewicht bedeutend vermehrt, — konnte die Scheibe *A* aus einer Entfernung von 6 Millim. (der beträchtlichen Kraft der Schwere entgegen) durch starkes Blasen bis zur Berührung mit *B* emporgehoben werden.

Wenn die Platte *A* in 6 Millim. Entfernung von *B* festgehalten wurde, so zeigte das Manometer eine Druckverminderung an, welche die Differenz der Wasserniveau's auf 12 bis 15 Millim. brachte.

7) Dass der Versuch in § 1 und 2 ein negatives Resultat gegeben hat, kann uns nach der in §. 4 enthaltenen Erläuterung des Versuches vom § 3 nicht mehr befremden.

Wenn nämlich der Rand des Blaserohrs nicht sich in eine der Scheibe *A* parallele Ebene, sondern in eine conische Fläche erweitert, wie bei dem angewendeten Trichter, so wird zwar die Verdichtung in der Nähe der Mitte *a* der Scheibe unbeträchtlich; die Geschwindigkeit der durch die Ansatzröhre in den Trichter eingeblasenen Luft, wird sich (durch Mittheilung der Bewegung an die neben ihrer Bewegungsrichtung befindlichen Lufttheilchen) ebenfalls vermindern, ehe sie die Scheibe *A* trifft.

Es hat sich also zwar Druck und Stoss der Luft gegen den centralen Theil der Scheibe *A* (in Vergleich zu § 3) vermindert. Dagegen ist die Richtung der bewegten Lufttheilchen um so vollständiger senkrecht zur Scheibe *A*, je näher diese Theilchen der Kegelachse, je grösser daher ihre Geschwindigkeit ist. Es findet sich also die Kraft, welche die Scheibe *A* von der weiten Oeffnung des Kegels abstösst, auf einem weit beträchtlicheren Theil der Scheibenfläche verbreitet. — In der That kann selbst nahe dem Rande der Scheibe *A* und der Kegelfläche die Luft nicht verdünnt sein, sondern muss selbst einen gewissen Grad der Verdichtung annehmen, da sie dort, den Raum innerhalb des Kegels verlassend, zwischen der Scheibe *A* und dem Kegelrand hindurch gedrückt werden muss, in einer Richtung parallel zur Scheibe *A*.

8) Der einzige Ort, wo hier — bei normaler, d. h. zur Kegelachse symmetrischer Luftbewegung — eine Verdünnung der Lufttheilchen entsteht, befindet sich an dem

der Spitze des Kegels nahen Theile des Kegelmantels, rund um die Stelle, wo der durch das Ansatzrohr geblasene Luftstrom in den Kegelraum eingetreten ist.

An dieser Stelle würde ein Manometer die Verdünnung der Luft anzeigen, wie das beim Ausfluss von Wasser aus einer sich conisch erweiternden Ausflussröhre der Fall ist.

9) Durch Einblasen von Luft in einen Trichter kann indess ganz leicht Aspiration hervorgerufen werden, wenn man die ebene Pappscheibe *A* durch eine kegelförmige Fläche *A'* (aus etwa vier Papierdicken gebildet) ersetzt, welche sich dem Kegelmantel des Trichters, *B'*, mehr oder weniger genau anschliesst.

Man kann durch andauerndes starkes Blasen den Papierkegel *A'* in dem vertical gestellten Trichter *B'* schwebend erhalten, so dass die Aspiration die Schwere von *A'* überwindet.

Viel leichter und ohne alle Anstrengung gelingt der Nachweis dieser Aspiration, wenn man den Schwerpunkt des Kegels *A'* durch einen eingeklebten Pappstreifen so aus dem Innern des Kegels herausrückt, dass derselbe — nahe am Kegelrande durch zwei, an jenem Pappstreifen befestigte Fäden aufgehängt — bei horizontaler Kegelachse ins Gleichgewicht kommt.

Hängt man den Papierkegel in dieser Lage am Ende des Balkens der Drehwaage auf, so kann man ihn, indem man bei gehöriger Annäherung mit dem Trichter Luft gegen seine Spitze bläst, auf beliebige Distanzen von seiner Ruhelage ab und gegen den zurückgezogenen Trichter *B'* hin ziehen.

Die Erklärung des so modificirten Versuches ist in dem § 4 gesagten enthalten. Die in den Trichter geblasene Luft tritt in den Zwischenraum zwischen die

Kegelflächen *A'* und *B'*, und nimmt bei ihrem Fortschreiten stets wachsende ringförmige Räume ein, in denen ihre Dichte vermindert wird, während die Richtung der Geschwindigkeit der Lufttheilchen, schon in geringer Entfernung von der Spitze, der Kegelfläche *A'* parallel ist, also hier keinen Stoss auf diese ausübt. Die auf die innere Fläche des Papierkegels drückende athmosphärische Luft presst also diesen gegen den mit bewegter, aber verdünnter Luft erfüllten Raum zwischen *A'* und *B'*.

10) Man kann auch — bei Anwendung der in die Pappscheibe *B* befestigten Blaseröhre — die Scheibe *A* durch eine leichte, etwas grosse Kugelfläche, *A''*, ersetzen, z. B. durch die eines aufgeblähten Ballons von dünnem Kautschouck, dessen Durchmesser über 30 Centimeter beträgt.

Heisst man wiederum *a* denjenigen Punkt der Kugeloberfläche *A''*, welcher in der auf der Ebene *B* senkrechten Blasrohrachse liegt, und bringt die Scheibe *B* so der Kugel gegenüber, dass der Punkt *a* der Scheibe *B* am nächsten ist (2 bis 3 Millim. von derselben entfernt), so hat der zwischen *A''* und *B* liegende Raum die Gestalt eines Meniscus (einer planconcaven Linse), dessen dünnste Stelle bei *a* ist.

Die Räume, in welche die durch die Blasröhre geblasene Luft successive tritt, nehmen demnach hier in noch stärkerem Verhältniss zu, damit also auch (innerhalb gewisser Grenzen) der Grad der Verdünnung und folglich die Aspiration.

In der That gelingt dieser Versuch in ausgezeichneter Weise. Der Ballon, dessen Gewicht freilich kaum über 15 Grammes beträgt, wurde durch diese Aspiration mehrere Secunden lang getragen.

Eine Ursache dieser vollkommenen Aspiration liegt indess wohl auch in der Fähigkeit der gespannten Kautschouk-Membrane, sich nach Bedürfniss der Gestalt der Scheibe *B* und der Mündung des Blasrohrs anzuschliessen.

11) In Folge der leichten Beweglichkeit der Theile der Kugeloberfläche *A''* zeigen sich bei dem in § 10 beschriebenen Versuch die in § 5 erwähnten Oscillationsbewegungen in solcher Regelmässigkeit und in solcher Schnelligkeit, dass ein dauernder Ton entsteht.

12) Die in § 8 enthaltene Bemerkung findet ihre Anwendung und Bestätigung in dem folgenden wohlbekannten Aspirationsversuch:

Zwei wenige Centimeter lange Röhren von Messingblech, die eine von circa 5 Millim., die andere von circa 12 Millim. innerem Durchmesser sind durch ein 10 Centimeter langes und circa 30 Millim. weites Zwischenstück mit einander verbunden, in dessen cylindrischer Wandung ein Manometer eingesetzt ist.

Bläst man nun durch die weitere Röhre Luft ein, so muss sie mit noch grösserer Geschwindigkeit durch die engere Röhre austreten; in dem weiten Zwischenstück wird also eine Verdichtung eintreten, welche das Manometer anzeigt.

Bläst man aber durch die engere Röhre Luft ein, so wird — vermöge der von den Lufttheilchen erlangten Geschwindigkeit — durch den Querschnitt der weiteren Röhre mehr Luft austreten, als durch denjenigen der engeren Röhre eintritt, und das Zwischenstück wird daher verdünnte Luft enthalten, was durch das Manometer angezeigt wird, dessen mit gefärbtem Wasser gefüllte Schenkel einen Niveau-Unterschied von 2 bis 3 Centim. zeigen. Auserdem wird die Luft, da wo sie nach ihrem

Eintritt aus der engeren Röhre in das weite Zwischenstück die neben ihrer Bewegungsrichtung liegenden Lufttheilchen mit sich fortreisst, an der — der engeren Röhre zugekehrten — Cylinderwand dieses Zwischenstücks noch eine stärkere, locale Verdünnung hervorrufen, so dass das Manometer einen Druck anzeigen dürfte, der kleiner ist, als der mittlere Druck der gesammten im Zwichenstück enthaltenen Luft. Auf der andern Seite dürfte dieser letztere kleiner sein als derjenige, den die an der Einmündung der weiteren Röhre in das Zwischenstück gestaute Luft darbieten wird.

13) Was spielt die Wärme bei der in Untersuchung stehenden Aspirationserscheinung für eine Rolle?

Dass sie nicht zu ihrer Entstehung erforderlich ist, habe ich dadurch bewiesen, dass ich alle Erscheinungen, welche sich durch den warmen Luftstrom aus der Lunge hervorbringen liessen, auch durch den kalten Luftstrom eines Blasebalgs, oder des Blasetischs, hervorgebracht habe. — Wir dürfen die Ursache dieser Erscheinung also nicht in irgend welcher Wirkung der Wärme suchen.

14) Es ist schliesslich hier der Ort, der wichtigen Anwendung zu erwähnen, welche die erörterte Theorie bei den beweglichen Dampfmaschinen — besonders der Locomotiven — findet.

Als im Jahr 1829 die berühmte Gesellschaft der Liverpool-Manchester-Eisenbahn durch die ausgeschriebene Prämie den Wetteifer der Maschinenbauer anfachte, erschien die Anbringung hoher Schornsteine zur Frzeugung eines starken Luftzuges im Feuerherd ebenso nothwendig, als sie unzulässig war.

Das Programm der Ausschreibung verlangte: 1) dass die Höhe der ganzen Locomotive von den Schienen bis zum Rande des Schornsteins 15 Fuss nicht übersteigen

solle; dass sie aber 2) wenigstens ihr dreifaches Gewicht mit einer Geschwindigkeit von 10 englischen Meilen per Stunde fortzuziehen im Stande sein müsse.

Diese zweite Bedingung, welche das Maas ihrer Arbeitsleistung festsetzte, musste dadurch erfüllt werden, dass zur Erzeugung der hiefür erforderlichen Dampfmenge: 1) ein hinreichend starkes Feuer unterhalten; 2) seine Wärme einer hinreichend grossen Oberfläche des Kessels mitgetheilt wurde. Für den letztern Zweck wurde das erforderliche Mittel in dem von Booth ausgedachten Röhrenkessel gefunden, bei welchem die glühende Luft des Feuerraums durch eine grosse Zahl ziemlich enger, durch die untere Hälfte des Dampfkessels gelegter — also mit Wasser umgebener — Röhren hindurch zum Schornstein geleitet wird. — Durch dieses Mittel wurde aber der natürliche Luftzug sowohl, als die Wirkung des so kurzen Schornsteins noch mehr beeinträchtigt, und die Unterhaltung eines hinreichend starken Feuers erheischte daher um so mehr ein besonderes Mittel.

Stephenson hatte bei seiner Locomotive „Rocket", welche bei den Probefahrten den Preis gewann, und in der That allein den Bedingungen des Programms genügte, den Röhrenkessel adoptirt, und die Aufgabe der künstlichen Speisung des Feuerherdes mit Luft in einer glänzenden Weise und — für alle Nachfolger — gelöst.

Die Locomotive „Rocket" war die erste, bei welcher der im Dampfcylinder verwendete Dampf — statt auf dem kürzesten, ungehemmten Wege in die freie Luft auszutreten, — vielmehr durch eine verengte Oeffnung unterhalb der Mitte des niedrigen Schornsteins mit Gewalt ausgeblasen wurde.

Diese Dampfmasse theilt ihre sehr grosse Geschwindigkeit der ganzen Luftsäule, die in dem Schornstein

enthalten ist, mit; es wird daher die Luft im untersten Theil des Schornsteins, in den Röhren und über dem auf dem Roste aufgehäuften Brennmaterial stark verdünnt, und die frische Luft, welche zu der unteren Fläche des Rostes freien Zutritt hat, mit einer Gewalt durch diesen hinaufgesogen, welche der Triebkraft eines Hochofengebläses vergleichbar ist.

Durch die zum Ausblasen des Dampfes erforderliche Kraft wurde zwar der Druck auf die hintere Seite des Kolbens nicht unbeträchtlich erhöht, und somit die Wirkung des Dampfdrucks im Kessel vermindert. Allein der so entstehende Nachtheil wurde mehr als aufgewogen, durch die damit erlangte ausserordentliche Verstärkung des Feuers, welche (in Verbindung mit dem Röhrenkessel) die in der Stunde entwickelte Dampfmenge, und somit die eigentliche Arbeitsleistung der Maschine in ganz unerwarteter Weise vermehrte.

H. H. Denzler,

über den Einfluss der Achsendrehung der Erde auf die strömenden Gewässer.

Vorgetragen den 14. Jenner 1860.

Infolge einer von Perrot angegebenen Vorrichtung zur directen Nachweisung der Achsendrehung der Erde hat sich in der Academie der Wissenschaften zu Paris eine lebhafte Controverse über den Einfluss der Achsendrehung auf die Ströme erhoben*), und ist auch von

*) Comptes-rendus 1859, N⁰ 18—21.