

**12. Bemerkung zu einem Aufsatz von
Hrn. Kahlbaum über Quecksilberluftpumpen;
von F. Neesen.**

In seinem Aufsatz „Glossen zu der selbstthätigen Quecksilberluftpumpe“¹⁾ hat Hr. Kahlbaum Angaben gemacht über den Wirkungsgrad der von ihm angegebenen Pumpe im Vergleich zu anderen Anordnungen, die mich aus zwei Gründen zu Bemerkungen veranlassen. Zunächst wird es für diejenigen, welche mit Quecksilberluftpumpen zu arbeiten haben, von Interesse sein zu erfahren, ob die Ergebnisse Anderer mit denen von Hrn. Kahlbaum übereinstimmen; sodann muss ich ein principiellcs Bedenken über die von Letzterem angewandte Druckmessung, welche ja auch sonst benutzt wird, zur Erwägung stellen.

Diese Druckmessung, welche von McLeod, Bessel-Hagen und Anderen eingeführt ist, besteht bekanntlich darin, dass in einem Volumometer, als welches bei den Kolbenpumpen der Stiefelbehälter der Pumpe — fernerhin kurz mit Stiefel bezeichnet — benutzt werden kann, durch Einlassen von Quecksilber das noch vorhandene Gas verdichtet und dass aus dem sich dann zeigenden Gasdruck und der bekannten Volumenverminderung der vorher vorhandene Druck berechnet wird.

Diese Methode giebt nun, wenn man zunächst von etwaiger Verdichtung des Gases an den Wänden des Gefässes beim Zusammendrücken absieht, wohl den Druck im Volumometer, aber durchaus noch nicht in den übrigen Teilen des luftleer zu machenden Raumes. Denn es geht bei geringen Drucken die Diffusion durch die Verbindungsteile sehr langsam vor sich, sodass der Druck in einem zwischen Pumpenstiefel und Recipient eingeschalteten Volumometer sehr klein ausfallen kann, während derselbe in dem weiter von der Pumpe entfernten Recipienten verhältnismässig viel grösser ist. Kahlbaum bestätigt selbst diesen Einwand durch den Vergleich der

1) G. W. A. Kahlbaum, Ann. d. Phys. (4) 6. p. 590ff. 1901.

Angaben zweier Volumometermessungen, bei denen einmal ein enges, das andere Mal ein weiteres Rohrstück zwischen Pumpe und Volumometer eingeschaltet war.

Einen weiteren Beweis liefert der von mir schon früher¹⁾ hervorgehobene Umstand, dass im Stiefel der Kolbenluftpumpe sehr bald das Quecksilber gegen das Abschlussquecksilber in der oberen Capillare anschlägt, ohne die geringste Luftblase zu zeigen, während sich im Recipienten noch merkliche Luftmengen zeigen.

Erst wenn das Volumometer hinter dem Recipienten angeordnet ist, wie das bei meinen früheren Vergleichsversuchen der Fall war, kann man sagen, dass die im Recipienten erreichte Verdünnung mindestens gleich der durch den Druckmessapparat angegebenen ist.

Daher ist der von Kahlbaum gezogene Vergleich, wonach eine seiner Pumpen 30 Minuten zur Erreichung eines Verdünnungsgrades gebrauchte, welchen eine von mir benutzte nicht einmal in 17 Stunden erreichte, ganz inhaltlos. Bei meinen Versuchen befand sich der Druckmesser eben hinter dem Recipienten. In der Pumpe selbst war schon nach 15—20 Minuten überhaupt keine Luftblase zu sehen.

Von den weiteren Schlüssen Kahlbaum's kann der erste Satz auf p. 592 zu falschen Vorstellungen führen. Es steht dort, dass nach meinen Beobachtungen unter acht Concurirenden in drei von vier Fällen das Kahlbaum'sche Princip die besten Ergebnisse gehabt hätte. Die Sache stellt sich aber folgendermaassen. Bei einer Versuchsreihe war als Recipient eine kleine Röhre (97 ccm), bei einer zweiten Versuchsreihe eine erheblich grössere (607 ccm) genommen. In jeder Reihe sind die Zeiten gemessen, welche zur Erreichung bestimmter Verdünnungsgrade nötig waren; somit ergaben sich für jede Pumpe vier Ablesungen. In der ersten Versuchsreihe zeigte sich in der That die Kahlbaum'sche Pumpe den anderen überlegen. In der zweiten wurde dagegen diese Pumpe von vier anderen und zwar bedeutend überholt. Für grössere Räume wirkt sie also schlechter als die vier anderen. Allerdings ist bei einer der Ablesungen der zweiten Reihe für eine

1) F. Neesen, Zeitschr. f. Instrumentenk. 15. p. 273. 1895.

hier gebaute Pumpe der Kahlbaum'schen Art eine Ziffer (6') eingesetzt, welche diese Pumpe unverhältnismässig besser als alle anderen erscheinen lässt. Der Vergleich mit den Angaben für die kleineren Recipienten zeigt aber direct, dass es sich hierbei um einen Druckfehler handeln muss. Die gleichzeitige Veröffentlichung in den Verhandlungen der Berliner Physikalischen Gesellschaft klärt auch dahin auf, dass an Stelle der Zahl 6 die in der benachbarten Columnne stehende Zahl 35 stehen muss. Die Verdünnung, bei welcher X-Strahlen erscheinen, war mit dieser Pumpe bei dem grossen Recipienten überhaupt in absehbaren Zeiten nicht zu erreichen.

Die von meinen Erfahrungen abweichenden Angaben Kahlbaum's, nach welchen der von ihm construirten Pumpe durchweg eine überaus grosse Ueberlegenheit allen anderen Constructionen gegenüber zukommt, veranlassten mich zu einer neuen Versuchsreihe, wozu sich auch eine besondere Gelegenheit durch das bereitwillige Entgegenkommen von Hrn. Burger, Glastechnisches Institut hier, bot. Es wurde mir zunächst eine kräftige Vorpumpe in Gestalt einer Oelpumpe zur Verfügung gestellt. Für die Kahlbaum'sche Pumpe ist diese besonders wertvoll. Ferner konnte ich drei verschiedene Arten von Kolbenpumpen benutzen, die Burger angefertigt hatte. Gern hätte ich die bei den früheren Versuchen benutzte Tropfenpumpe von Niehls noch einmal mit der Kahlbaum'schen verglichen, indessen war es mir nicht möglich, dieselbe, welche inzwischen verkauft ist, zu erlangen.

Als Recipient diente eine grosse, etwa 1,3 Liter enthaltende Röntgenröhre. Zum Anzeigen der erreichten Luftverdünnung benutzte ich folgende, ziemlich scharf zu bestimmende Lichterscheinungen:

1. Bedeckung der ganzen Kathode einschliesslich Stiel mit blauem Licht.
2. Diffuswerden des blauen Lichtes.
3. Vollständige Ausbildung einer schmalen Brücke positiven Lichtes um das negative Licht herum.
4. Erscheinen des grünen Phosphoreszenzlichtes auf der Glasoberfläche.
5. Auftreten von X-Strahlen.
6. Röhre als Röntgenröhre fertig.

In diesem Stadium 6 war das weisse positive Licht ganz verschwunden und nach Erklärung von Burger, der bekanntlich Röntgenröhren in grossem Umfange liefert, fertig zum Abschmelzen. Ob sich die Röhre wirklich lange nachher in dieser Luftverdünnung gehalten hätte, weiss ich nicht, da ich einen solchen Versuch nicht gemacht habe. Für den Zweck der Vergleichung ist das ja auch gleichgültig.

Während des Versuches wurde die Röhre dauernd erhitzt.

Von den Pumpen ist Nr. I die Kahlbaum'sche, welche mir von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt bereitwilligst geliehen wurde. Es war sorgsam auf vollständige Austrocknung gesehen. Mit der Versuchsröhre wurden vor dem eigentlichen Versuche verschiedene Mal vollständige Versuche angestellt; ferner die Pumpe mit gefülltem Trockengefäss längere Zeit stehen gelassen.

Nr. II ist eine Kolbenpumpe von Burger mit zwei Stiefeln und mit der Hahneinrichtung, wie dieselbe von mir angegeben ist.¹⁾ Das Quecksilber fliesst indessen nicht wie bei meinen Pumpen von oben in den Stiefel, sondern von unten, sodass die Verbindung zwischen Recipient und Stiefel erst hergestellt wird, wenn der Stiefel ganz entleert ist. Die beiden Stiefel sollten eigentlich abwechselnd arbeiten, doch wird dieses nicht ganz erreicht. Inhalt jedes der Stiefel war etwa 1 Liter. Die Pumpe ist gleichzeitig mit vier anderen seit Jahr und Tag ununterbrochen in Betrieb.

Nr. III ist eine einfache Kolbenpumpe mit Zufluss des Quecksilbers nach meiner Angabe von oben, sodass also die Verbindung zwischen Recipient und Stiefel während der ganzen Zeit der Entleerung der letzteren offen ist. Hahneinrichtung wie vorher. Inhalt des Stiefels etwa 1,3 Liter.

Nr. IV ist eine Doppelkolbenpumpe neuer Anordnung, bei welcher durch besondere Steuerung bewirkt wird, dass stets der eine Stiefel sich entleert, während der andere sich füllt. Da auch hier das Quecksilber von oben einfliesst, so wirkt diese Pumpe continuirlich, wie die Tropfen- oder Kahlbaum'sche Pumpe.

1) F. Neesen, Zeitschr. für Instrumentenk. 19. p. 147. 1899; 20. p. 205. 1900.

Art der Pumpe	Zeit bis zum Erreichen des Zustandes in Minuten					
	1	2	3	4	5	6
Nr. I	7	9,5	12	16	17	20
„ II	3,7	5	7,5	11,2	15	17
„ III	3,5	5	7	9,2	11,5	12,5
„ IV	3,5	4,5	6	7,2	9,5	10,5

In Bezug auf das Verhalten der Kahlbaum'schen Pumpe Nr. I zu den anderen sprechen die Zahlen für sich; sie schliessen sich meinen früheren an, aus denen ebenfalls hervorging, wie oben angeführt wurde, dass bei grösseren Recipienten Pumpe Nr. I weniger gut wirkt, wie die Kolbenpumpen. Dieser Nachteil wird auch nicht durch einen grösseren Grad von Einfachheit und Bequemlichkeit im Gebrauch oder geringere Kosten ausgeglichen.

Die obigen Zahlen zeigen beim Vergleich von Nr. II und Nr. III den wesentlichen Vorzug, welchen die Anordnung hat, bei welcher der Stiefel während der ganzen Dauer seiner Entleerung mit dem Recipienten in Verbindung steht. Schliesslich zeigt Pumpe Nr. IV der Pumpe Nr. III gegenüber den Vorteil, welchen das continuirliche Saugen hat. Man muss noch berücksichtigen, dass der Rauminhalt der beiden Stiefel zusammen bei Pumpe Nr. IV nur etwas mehr wie die Hälfte des Stiefels der Pumpe Nr. III betrug. Diese Unterschiede treten, wie es sein muss, erst bei höheren Verdünnungsgraden hervor.

(Eingegangen 10. Februar 1902.)