LVII. *Ueber Beseitigung des schädlichen Raums in der Luftpumpe; von G. Pohl.*

Die Mängel physikalischer und mathematischer Instrumente sind entweder in der allgemeinen und *unvermeidlichen* Unvollkommenheit begründet, die überall bei der practischen Ausführung nur eine *gradweise* Annäherung an das reine Vorbild in der Idee gestattet; oder sie sind *specifisch*, indem sie auf einer fehlerhaften Anordnung der Theile des Apparats beruhen, die *vermieden* und mit einer zweckmäßigeren Einrichtung vertauscht werden kann. Die Frage, zu welcher von beiden Klassen der Mangelhaftigkeit das unter dem Namen des schädlichen Raums bekannte Uebel unserer Luftpumpen zu zählen sey, beantwortet sich vermöge der Natur des Gegenstandes von selbst ohne weitläufige Entscheidung. Man sieht sehr bald, daß man es dabei keineswegs etwa mit einem bloß graduellen Mangel, sondern mit einer wirklich specifischen Fehlerhaftigkeit in der Anlage und Einrichtung des Instruments selbst zu thun habe. Es ist mithin aus theoretischem und practischem Gesichtspunkt gleich wichtig, jenen Uebelstand nicht bloß, wie es meistens geschehen ist, nur zu mildern und theilweise zu heben, sondern durch eine zweckmäßige Construction ganz und aus dem Grunde zu beseitigen. Denn so viel Erfordernisse es übrigens sind, auf welchen noch außer der Vermeidung des schädlichen Raums die Güte einer Luftpumpe beruht, so unerläßlich scheint es doch, jenes Gebrechen zu beseitigen, in welchem gerade ein Hauptinstrument unseres physikalischen Apparates noch bis heute mit dem Makel seiner ersten fehlerhaften Einrichtung behaftet geblieben ist, und welches, gegen die in anderen Beziehungen mühevoll errungenen Vorzüge dieses Instrumentes

durch die Beschränkung seiner Leistung und durch den Widerspruch mit dem reinen Begriff desselben, nur um so störender und mahnender hervortritt.

Das Verfehlt der bisherigen Einrichtung bei den Hahnluftpumpen besteht darin, daß der innere Raum des Stiefels durch den Körper, welcher ihn eigentlich unmittelbar abzuschließen bestimmt ist, nämlich durch den Hahnwirbel, nicht unmittelbar, sondern noch erst durch den Zwischenkörper der Hahnenhülse und des Stiefelbodens geschlossen wird, die nun ihrerseits weiter mit gebieterischer Nothwendigkeit den Kanal fordern, der durch ihre Masse hindurch zwischen Stiefel und Hahnwirbel sich erstreckt, und den ausschließlichen Sitz des Uebels bildet. So lange nicht an die radicale Ausmerzung dieses schädlichen Zwischenraums gedacht ist, scheint wenigstens unter allen Vorkehrungen gegen seine nachtheilige Wirkung diejenige, wodurch vermöge eines am Boden des Embolus befindlichen Kegels jener ebenfalls konisch geformte Kanal beim Rückgange des Kolbens verstopft wird, die wirksamste zu seyn. Die Erfahrung lehrt indess bald auch die Unzulänglichkeit dieser versuchten Abhülfe erkennen. Füllt der kegelförmige Zapfen den zu schließenden Kanal nicht genau aus, so ist wenig oder nichts gewonnen; tritt hingegen der Zapfen, die Oeffnung genau verschließend, bis zur Berührung mit dem Hahnwirbel hinab, so wird unvermeidlich die Oberfläche des letzteren durch Stofs oder bei seiner Umdrehung durch das Hinstreifen an der Zapfenspitze beschädigt und mit dem Hahn das ganze Instrument sehr bald völlig unbrauchbar gemacht.

Von sonstigen Einrichtungen ist mir keine bekannt, in welcher das Grundübel auf reelle Weise vollständig beseitigt wäre, bis auf die vom Pariser Mechanikus Fortin aufgestellte Species, die aber keine Hahnluftpumpe, auch keine gewöhnliche Ventilpumpe ist, sondern dadurch, daß der ganze Stiefelboden wie ein Schieber in luftdicht

schließenden Fugen beweglich ist, auf ganz eigenthümliche Weise von allen übrigen Constructionsformen abweicht. Gerade aber durch diese Schieberplatte, die zwar wie ein Hahnwirbel die Communication mit der Campana und äußeren Luft abschließt, aber ohne wie jener noch durch die ihn umgebende Hülsenwand vom inneren Cylinderraum getrennt zu seyn, ist hier die bei den sonstigen Hahnluftpumpen erforderliche Einführung des schädlichen Kanals ganz und gar beseitigt. Die Schieberplatte ist in angemessener Entfernung zweimal senkrecht gegen ihre Fläche durchbohrt und von diesen Durchbohrungen wird je eine, entweder für die Communication mit der Campana oder mit der äußeren Luft, durch Verschiebung der Platte, an die passliche Stelle im inneren Raum des Stiefels gebracht, während die andere außerhalb desselben fällt. Die Luft, welche nach jedesmaliger Evacuation in der mit der Campana communicirenden Durchbohrung zurückbleibt, behält auf diese Weise, da die Durchbohrung zugleich, wenn sie aus dem Bereich des inneren Stiefelraums bei der Verschiebung hinaustritt, zwischen genau anschließenden Platten sich bewegt, den jedesmaligen Grad der Verdünnung mit dem in der Campana bis zum nächstfolgenden Evacuationszuge ungeändert bei, so daß bei der Wirkung des Instruments, unter sonst geeigneten Eigenschaften, die störende Intervention des schädlichen Raums hiernach ganz überwunden ist. Wie schwierig es aber sey, den luftdichten Schluß des Schiebers zwischen den Fugen und Deckplatten mit dem erforderlichen Parallelismus der Flächen zu erhalten, wie sehr das Instrument durch die Mühe und Kunst der Bearbeitung, welche dieser Theil desselben fordert, vertheuert werde, und wie wenig es deshalb zu gemeinnützigem Gebrauche geeignet sey, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung.

Dagegen hat die Einrichtung einer Hahnluftpumpe, welche sich mir als zweckgemäß dargeboten hat, und die

ich hier kürzlich beschreiben will, den Vortheil ungleich leichter Ausführbarkeit vor der Fortin'schen Zusammenstellung voraus, während der schädliche Raum und seine nachtheilige Wirkung in ihr eben so vollständig und von Grund aus beseitigt sind, als in jener. Die wesentliche Bedingung, auf welche es, wie bereits oben bemerkt ist, hier ankommt, daß zwischen der Stiefelmündung und dem sie sperrenden Körper keine Zwischenwand mit einem besonderen Kanal sich befinde, schließt nämlich keineswegs den Gebrauch eines gewöhnlichen Hahns aus; nur fordert sie statt der bisher überall beibehaltenen Lage desselben, in welcher ein Theil der Hülse zwischen dem Wirbel und der Stiefelmündung sich befindet, eine solche, in welcher dieses störende Zwischenglied vermieden und die Schließung unmittelbar durch den Wirbel selbst bewerkstelligt wird; das heißt, sie fordert statt der bisher gewöhnlichen Lage des Hahns, die seine Axe beständig der Quere nach, senkrecht gegen die Stiefelaxe gekehrt seyn liefs, eine solche, in welcher die Axe des Hahns mit der Axe des Stiefels parallel gerichtet ist. Diese an sich einfache Aenderung ist das wesentlichste Moment der ganzen Combination, gemäß welcher die übrigen zum Zweck gehörigen Bestimmungen sich ohne Schwierigkeit ergeben. Man sieht demnach bald, daß die *Stirnfläche* des Wirbels, d. h. diejenige seiner beiden kreisförmigen Begrenzungen, welche nach dem Innern des Stiefels gekehrt ist, in der Ebene des Stiefelbodens liegen müsse, und zwar excentrisch, damit von den beiden gehörig geleiteten Durchbohrungen des Wirbels jede einzelne für sich durch Drehung desselben entweder frei in den Stiefel ausmünde oder hinter der nach außen hervorstehenden Randplatte des Stiefels gedeckt werde; während die entgegengesetzten Mündungen entweder respective zur Campana und nach Außen gehen oder an der Hülse wandung verschlossen aufliegen, so oft die vorderen durch die Randplatte des Stiefels gedeckt

sind. Auf diese Weise wird der nämliche Zweck vollkommen so wie in der Fortin'schen Pumpe erreicht; aber statt dafs dort der ganze Stiefelboden beweglich ist, ist es hier nur ein Theil desselben, in welchen die Stirnfläche des Hahnwirls fällt, und statt dafs dort die Bewegung durch geradlinige Verschiebung einer Platte in Nuten bewirkt wird, geschieht sie hier durch gewöhnliche kreisförmige Drehung eines mit sicherem Schluß in seiner Hülse gelagerten Hahnwirls. Das Nähere wird jetzt vollends mit Hülfe der hier beigefügten Durchschnittszeichnung deutlich vor Augen treten.

Es sey *abcd* der Stiefel, an dem nach dem Teller gekehrten Ende mit der gewöhnlichen Randplatte *ef* versehen, die bei dieser Einrichtung nur breiter und füglich noch einmal so breit, als es sonst zu geschehen pflegt, ausgeführt ist. Die eben so große Bodenplatte *gh*, welche den Hahn trägt, wird auf die übliche Weise mit Schrauben an die Randplatte, in allen Punkten luftdicht anschließend befestigt. Man muß sie sich also im Folgenden überall der Randplatte unmittelbar und congruent anliegend denken, da sie in der Zeichnung nur Deutlichkeit wegen abgesondert davon vorgestellt ist. Das aufsitzen- de Hülsestück und der durchbrochene Theil der Bodenplatte selbst bilden das konische Lager des Hahn-

wirbels ikl , der mit seiner Stirnfläche kl genau in die Ebene der Bodenplatte gh fallen und eben so, wie diese selbst, in allen Punkten an die Randplatte ef luftdicht anschließen muß. Die Bewerksstellung dieses innigen Contacts hat für einen einigermaßen geübten Künstler keine Schwierigkeit; mehr Geschick und überlegte Behandlung erfordert es, bei der excentrischen Lage des Hahns die senkrechte Stellung seiner Axe gegen die Ebene der Platte in dem Grade genau zu erhalten, daß bei der Drehung um sich selbst seine Stirnfläche in der Ebene der Platte bleibe oder diese wenigstens nicht merklich verlasse. Die Axe des Hahns ist so weit aus dem Centrum der Platte gerückt, daß der größte Theil der Stirnfläche von der Randplatte des Stiefels in ae bedeckt wird, und nur ein kleiner Abschnitt bei l innerhalb des Stiefels in die eigentliche Grundfläche desselben hineinfällt. Das Hülsenstück des Hahns ist an zwei entgegengesetzten Stellen bei m und n mit Oeffnungen versehen, deren eine m zum Teller, die andere n nach Außen in die Atmosphäre geht. Giebt man dem Stiefel eine horizontale Lage, so kann, wie es in der Zeichnung angedeutet ist, der Teller mit der Campana gleich über dem Hülsenstück des Hahns angebracht seyn; bei einer stehenden Stellung des Stiefels bedarf es des gewöhnlichen längeren Communicationsrohrs zwischen beiden.

Die eine von den Durchbohrungen des Hahnwirbels ist in der Zeichnung in der Lage angegeben, vermöge welcher sie mit dem einen Ende bei m in den Teller und mit dem andern durch den Abschnitt bei l unmittelbar in den Stiefel mündet. Wenn demnächst durch Bewegung des Kolbens vom Stiefelboden abwärts eine Verdünnung der Luft in der Campana bewirkt ist, und man sodann den Hahnwirbel, durch Drehung eines bei i angebrachten Hebelarms, eine Viertelwendung machen läßt, so rücken die Mündungen der Durchbohrungen von m und l fort, jene an der Hülsenwandung, diese an der Rand-

platte sich schließend. Jetzt aber werden von einer zweiten Durchbohrung des Hahnwirbels die so lange auf dieselbe Art abgeschlossen gewesenen Endigungen dergestalt frei, daß die eine an n , die andere an l rückt, und daß mithin durch jetzt erfolgende Zurückbewegung des Kolbens alle im Stiefel befindliche Luft durch n in die Atmosphäre hinausgetrieben wird. Wenn hierauf also der Hahnwirbel in die erstere Lage wieder zurückkehrt und die Flächen des Kolbens und Stiefelbodens auf allen Punkten zugleich in unmittelbare Berührung getreten sind, so befindet sich zwischen der Campana und dem Kolben keine andere Luft, als die, welche im Kanal m/l nach der vorhergegangenen Verdünnung zurückgeblieben ist, die mithin bei der unterdeß stattgefundenen vollkommenen Verschließung dieses Kanals denselben Grad der Verdünnung wie die in der Campana befindliche Luft behalten hat, und daher keinen schädlichen Einfluß auf den Fortgang der Verdünnung ausüben kann. Es ist leicht noch eine dritte Durchbohrung in dem Hahnwirbel auszuführen, dergestalt, daß nach einer Vierteldrehung desselben, in einer der oben zuerst erwähnten Drehung entgegengesetzten Richtung, das eine Ende dieser Durchbohrung wieder bei m nach dem Teller, das andere aber an der zu Tage liegenden Fläche des Wirbels bei i frei in die Atmosphäre mündet, um bei irgend einem Grade der Luftverdünnung in der Campana auch sofort beliebig wieder durch Zulassung der atmosphärischen Luft den natürlichen Zustand der Dichtigkeit herstellen zu können, ohne zu diesem Behuf eines zweiten besonderen Hahns zu bedürfen.

Um überhaupt einem nach diesem Entwurf anzufertigenden Instrument den Vorzug möglich größter Einfachheit zu sichern, würde ich dasselbe, auch bei einem nach dem größten Maasstabe unternommenen Bau, nicht leicht mit zwei Stiefeln construiren; wohl aber scheint die angegebene Beschaffenheit des Hahns vorzüglich ge-

eignet, durch Anwendung desselben auf beiden Seiten eines Cylinders von hinlänglicher Weite und mittelst einer die Kolbenstange umschließenden Lederbüchse, eine Pumpe von vorzugsweise kräftigem Effect mit doppelt wirkendem Stiefel herzustellen. Die beiden in solcher Weise angebrachten Hähne, daß sie, in gleicher Richtung gedreht, entgegengesetzte Oeffnung und Schließung bewirken, so daß immer der Kolben die Luft durch die erste Bohrung des Hahnwirbels auf der einen Seite hinter sich her aus der Campane in den Stiefel zieht und durch die zweite auf der andern Seite vor sich her aus dem Stiefel in die Atmosphäre treibt, gestatten zu diesem Behuf durch die parallele Lage ihrer Axen mit der Stiefelaxe die höchste Einfachheit im Mechanismus und in der Manipulation.

Ich habe bis jetzt nur Gelegenheit gehabt, nach der obigen Idee eine kleine Handluftpumpe mit einfach wirkendem Stiefel in Ausführung zu bringen, die von dem geschickten Universitätsmechanikus Pinzger zu Breslau für das physikalische Institut der Universität gefertigt ist, und die sich, ungeachtet einer nur mittelmäßigen Beschaffenheit des Stiefels und Kolbens, welche von einem älteren, nicht mehr zum Gebrauch dienenden Exemplar einer kleinen zweistiefligen Luftpumpe bloß versuchsweise dazu verwandt worden, durch eine so gute und rasche Wirkung empfiehlt, daß dadurch vollkommene Bürgschaft für das Gelingen jedes größeren, unter den angemessenen Erfordernissen auszuführenden Werks der Art geleistet ist. Ich bemerke nur noch hinsichtlich der Alternative, welche in der Anwendung des Hahns bei Pumpen dieser Art stattfindet, sofern entweder die breite oder schmale Seite des konischen Wirbels gegen die Randplatte des Stiefels als Stirnfläche gekehrt werden kann, daß in dem eben erwähnten kleinen Probeexemplar, so wie es zugleich in der obigen Zeichnung angedeutet ist, die breite Fläche zur Stirnfläche genommen ist. Diese

Wahl gewährt den Vorthail, dafs dabei der Wirbel stets vermöge seiner Gestalt von selbst gegen die Randplatte und Hülsenwandung unter gleichmäfsigem Drucke festgehalten wird; aber es ist auf der andern Seite damit der Nachtheil verbunden, dafs man den Wirbel nicht anders, als nach Ablösung der ganzen Bodenplatte aus seinem Lager nehmen kann, und wenn nach längerem Gebrauch der Schlufs zwischen Wirbel und Hülse zu locker geworden, so kann das alte Wirbelstück nicht länger benutzt, sondern mufs durch ein neu gefertigtes ersetzt werden. Wird hingegen der Wirbel mit seiner schmalen Grundfläche gegen die Randplatte gekehrt, so kann er für sich aus seinem Lager genommen, auch, wenn es mit der Zeit erforderlich wird, tiefer in sein Lager eingerieben werden, ohne dafs es eines neuen Exemplars bedürfte, in sofern nämlich der hervorgetriebene Theil hinter der alten Stirnfläche fortgeschafft und eine neue auf der Randplatte wiederum genau verschließende Stirnfläche gebildet wird. Aber das innigere, durch gleichmäfsigen Druck beförderte Anschließen des Wirbels, die gute Wirkung und Dauer desselben scheinen in diesem Falle nicht so begünstigt als in jenem, und jedenfalls bedarf es dabei noch einer besonderen Vorrichtung, vermittelt welcher der Wirbel von aussen durch eine hinlänglich starke Feder gegen die Hülsenwandung und Randplatte geprefst wird, um so unverrückt in seiner Lage erhalten zu werden.

LVIII. *Stroboskopische Scheiben, Phänakistikop, Phantasmaskop.*

Nur wenige Leser der Annalen möchte es wohl geben, welche nicht Gelegenheit gehabt hätten, das unter dem Namen der stroboskopischen Scheiben seit länger als ei-