

## Versuche an D. T. S.-Exhaustoren.

Erwiderung an Prof. G. Lindner.

Von Prof. SCHULZE-PILLOT.

(Eingeg. den 1.2. 1908.)

In Nr. 52 dieser Zeitschrift vom 27. Dezember v. J. veröffentlicht Prof. Lindner eine Erwiderung auf meinen vor einem Jahr am 11. Januar an gleicher Stelle erschienenen Aufsatz über Versuche an Steinzeugexhaustoren der D. T. S.-Werke. Sie ist in sehr entschiedener Sprache abgefaßt und zwingt mich daher zur Entgegnung, da es sonst den Anschein haben könnte, als ob mir Unrichtigkeiten nachgewiesen wären.

Lindner hatte im Jahre 1903 in dieser Zeitschrift Messungen an einem Exhaustor der Deutschen Ton- & Steinzeugwerke, A.-G. in Charlottenburg angestellt und sie verglichen mit Ergebnissen seiner Messungen an Exhaustoren der Deutschen Steinzeugwarenfabrik in Friedrichsfeld. Die Friedrichsfelder Erzeugnisse waren ihm von der Erbauerin zu den Versuchen zur Verfügung gestellt, der D. T. S.-Exhaustor ist, wie die Deutschen Ton- & Steinzeugwerke versichern, mindestens nicht unmittelbar aus ihren Händen und jedenfalls ohne ihr Wissen auf den Versuchsstand Lindners gelangt; es war ihnen also auch keine Gelegenheit geboten, die zeitgemäße Ausführung und den sachgemäßen Zusammenbau ihrer Maschine vor den Vergleichsversuchen prüfen zu lassen. Nachdem eine Aussprache über diese Angelegenheit von Lindner eingeleitet ist, kann ich nicht umhin, zu erklären, daß mir ein solches Vorgehen als äußerst mißlich erscheint.

Die D. T. S.-Werke forderten mich später auf, ihre sämtlichen Typen einer strengen Prüfung zu unterziehen und die gewonnenen Ergebnisse berechtigten mich zu erklären, daß die Lindnerschen Werte kein zutreffendes Bild von den normalen Leistungen der Siegfriedexhaustoren gäben, und daß es völlig unzulässig sei, an sie irgend welche Folgerungen über die Leistungsfähigkeit der D. T. S.-Steinzeugexhaustoren zu knüpfen.

Als mutmaßlichen Grund für die gegenüber den normalen Leistungen zu niedrigen Werte Lindners und den mit der Bauart des Siegfriedexhaustors schlecht vereinbaren Verlauf einiger charakteristischer Betriebskurven gab ich an, daß vielleicht der Exhaustor vor den Versuchen geöffnet und dann nicht wieder so zusammengesetzt worden sei, als er gewesen war. Zunächst vermisste ich in Lindners Erwiderung eine Erklärung darüber, daß der Exhaustor keinesfalls vorher geöffnet worden ist.

Nunmehr zu den Einzelheiten der Erwiderung:

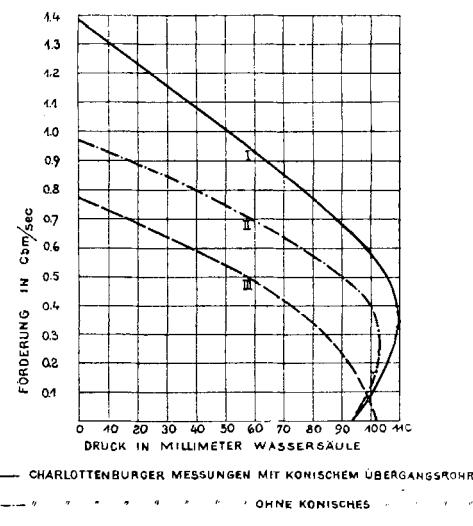
Die beiden Meßverfahren müssen allerdings verschiedene Ergebnisse zeitigen; die Unterschiede sind aber keineswegs so groß, daß sich aus ihnen „zwangsläufig“ die größere Liefermenge“ bei meinen Versuchen erklären ließe. Die Ursachen für die Verschiedenheit der Ergebnisse sind jedem Maschineningenieur von Hause aus geläufig, dem maschinen-

technisch weniger bewanderten Teil der Leser dieser Zeitschrift aus der Erwiderung Lindners, wie ich annehmen darf, bekannt. Die Umrechnung ist äußerst einfach, sobald man nur darauf ausgeht, aus meinen Versuchen Zahlen zu gewinnen, die keinesfalls günstiger als die Wirklichkeit sind.

Es war also die kinetische Energie der Geschwindigkeiten  $v_1$  im Blasehals (314 qcm Querschnitt) und  $v_2$  im Meßrohr (1930 qcm Querschnitt) für die beobachteten Fördermengen und Pressungen im Meßrohr zu berechnen und ihre Differenzen zu bilden. Die entsprechenden Geschwindigkeitshöhen

$$h^{\text{mm}} = \frac{8}{g} \frac{v_1^2 - v_2^2}{2}$$

sind zu etwa 95% von der s. Z. im Meßrohr beobachteten statischen Druckhöhe abzuziehen. Die verbleibende Ziffer ergibt die Druckhöhe, welche bei meinen Versuchen im Blasehals geherrscht hat;



sie ist natürlich für einen größeren Teil der Versuche negativ, d. h. es herrschte im Blasehals Depression. Man erhält also die gelieferten Fördermengen in Abhängigkeit von den im Blasehals herrschenden Spannungen. Diese sind zu vergleichen mit den Fördermengen, welche Lindner bei gleicher Höhe der von ihm im Meßkasten beobachteten Spannungen gefunden hat. Hierbei sind zunächst die Umsetzungsverluste mit 5% wohl jedenfalls unterschätzt, ferner ist außer Betracht geblieben, daß auch bei der Lindnerschen Anordnung eine gewisse Druckerhöhung infolge der Stoßwirkung eintreten dürfte. Die Resultate fallen also fraglos für meine Messungen zu ungünstig aus.

Man erhält das obenstehende Schaubild: Die mittlere Kurve gibt diejenigen Mengen, welche erhalten wären, wenn die Lindner'sche Maßanordnung verwendet wäre. Darüber ist die Kurve der bei der Charlottenburger Anordnung ausgeblasenen Luftmengen zum Vergleich noch einmal eingezeichnet, darunter die von Lindner gefundenen Luftmengen. Die drei Werte können ohne weiteres miteinander verglichen werden.

Der Unterschied zwischen der obersten und der

mittleren Kurve erklärt sich allerdings „zwanglos aus der Verschiedenheit der Meßverfahren“; aber noch immer liegt meine Kurve 25—100% über den von Lindner gefundenen Werten; meine Behauptungen fallen also keineswegs in sich zusammen geschweige denn, daß sie ins Gegenteil umschlagen. Natürlich hätte ich von Anfang an die drei Kurven veröffentlicht, wenn ich geahnt hätte, daß Lindner tatsächlich so unzweckmäßige Verhältnisse gewählt hätte, wie sie nach seinen letzten Mitteilungen vorgelegen haben. In seiner Veröffentlichung sagte er s. Z. nur<sup>1)</sup>: „Der Kasten wird durch eine kurze einfache Rohrverbindung mit der Maschine zusammengestellt“. Wie aus der von mir s. Z. mit veröffentlichten Skizze hervorgeht<sup>2)</sup>, war bei meinen Versuchen die Rohrverbindung 1 m lang und bestand aus einem einfachen konischen Übergangsrohr, das aus jedem Material hergestellt werden kann. Wenn ein solcher „Diffusor“ in den Betrieben, von denen Lindner spricht, wirklich nicht gebräuchlich ist, so lade ich jeden für den in dieser Hinsicht noch ein „Geheimnis“ bestanden haben sollte, ein, einen Blick auf die Kurven I und II der Schaubilder zu werfen. Wer die aus dem Blasehals mit großer Geschwindigkeit strömende Luft unvermittelt in einen großen Kasten prallen läßt, muß die Verluste tragen, kann aber nicht behaupten, daß normale Verhältnisse eines sachgemäßen Betriebes vorlägen. Meßvorrichtungen aber sollen den nachahmenswerten, nicht den fehlerhaften Ausführungen der Praxis nachgebildet sein. Welche Rohrführung für meine Versuche gewählt war, ging aus meinem Aufsatz klar hervor; wer also bei unsachgemäßer Anlage Enttäuschungen erlebt, hat sie wohl verdient, und es entstehen keine Widersprüche zwischen den von mir veröffentlichten Messungen und den in sachgemäß angelegten Betrieben gewonnenen Ergebnissen.

Ich muß also feststellen, daß die Lindner-schen Messungen, auch auf vergleichbarer Basis betrachtet, noch immer viel zu ungünstige Werte gegenüber den normalen Leistungen des D. T. S.-Exhaustoren ergeben, bei höheren Drucken nur die Hälfte von diesen, und darf nunmehr hinzufügen, daß das Lindner-sche Meßverfahren überhaupt von Grund auf ungeeignet war, ein zutreffendes Bild von den im normalen Betriebe erreichbaren Ergebnissen zu liefern.

Mit der Frage der Rohrführung erledigt sich auch die Meinungsverschiedenheit über den Begriff „freie Ausströmung“. In dieser Hinsicht befindet sich mich in Übereinstimmung mit der herrschenden Anwendung, wenn ich darunter diejenige Strömung verstehe, bei der die Luft im Ein- und Ausflußraum unter gleichem Druck steht. Wenn ich Lindner recht verstehe, will er den Ausdruck nur dann angewendet wissen, wenn gleichzeitig die Luft in den Saugehals unvermittelt ein- und aus dem Blasehals unvermittelt austritt. Selbstverständlich wird aber jeder Ingenieur die bewegten Luftmassen in einem kurzen konischen Rohr in angemessener Weise verzögern, ehe er sie in die Umgebung entläßt. Es herrschte also bei meinen Versuchen freie Aus-

strömung, freilich nicht im Lindnerschen Sinne minderwertiger Luftführung.

Im weiteren kann Lindner sich allerdings auf die fehlerhafte Umstellung einiger Worte beziehen, die ich bei der Durchsicht des Manuskriptes übersehen habe: Auf Seite 64 heißt es a. a. O.: „Man darf nicht übersehen, daß die Luftmengen beim Austritt aus dem Flügelrad je nach dessen Gestalt Energie bereits in den beiden erwähnten Formen, Druck und lebendige Kraft, enthalten können. In dem sich konisch erweiternden Druckstutzen findet nun ein Umsatz der Energie des Druckes in Geschwindigkeit statt, so daß aus der Berechnung der Umfangsgeschwindigkeit des Flügelrades allein gar keine Schlüsse auf die Geschwindigkeit im Druckstutzen möglich sind.“

Es liegt auf der Hand, daß ich beabsichtigt hatte zu schreiben: „Umsatz der Energie der Geschwindigkeit in Druck statt.“ Sonst leugnete ich ja das Kontinuitätsgebot in der elementarsten Form, was wohl auch Lindner kaum angenommen hat, da er ja selbst anerkennt, daß der entstellte Satz in unserer Meinungsverschiedenheit nicht die Hauptsache bildet.

Er hatte a. a. O. S. 1174 geschrieben: „Auffallend war zunächst, daß die Luft in dem Saugrohr und im Ausblasehals eine größere Geschwindigkeit haben müßte, als ihr das Flügelrad erteilt. Die Radumfangsgeschwindigkeit bei 1160 U/Min. beträgt 36,5 m/sec. Wäre die Liefermenge wirklich 80 cbm/Min., so müßte die Strömung in den Rohren mit 42,5 m/sec. erfolgen. Eine solche Strömung ist nicht gut denkbar.“

Die in der Erwiderung hieran geknüpfte Über-schlagsrechnung findet sich a. a. O. nicht, es bleibt also nur die uneingeschränkte Behauptung, es sei nicht gut denkbar, daß die Luft bei einer Umfangsgeschwindigkeit des Laufrades von 36,5 m/sec. mit 42,5 m/sec. im Druckstutzen strömen könnte. Nur aus der Umfangsgeschwindigkeit war also auf die Ausströmungsgeschwindigkeit geschlossen, was ganz unmöglich ist. Diese Unmöglichkeit darzutun, wählte ich den einfachsten Fall, des Druckumsatzes im Blasestutzen, da ein Ein gehen auf die Vorgänge im Laufrade mir außerhalb des Interesses des Leserkreises zu stehen schien. Sonst hätte ich auch zeigen können, daß z. B. bei 69° Eintritts- und 13° Austrittswinkel und bei 36,5 m/sec. Umfangsgeschwindigkeit eine Geschwindigkeit im Blasestutzen von 42,5 m/sec. erhalten wird, wobei zur Überwindung der Saug- und Strömungswiderstände etwa 68 mm Druckhöhe zur Verfügung stehen. Die Strömung ist also sehr gut denkbar, wenn auch vielleicht nicht nach Lindners Näherungsformeln.

Endlich ist hinsichtlich der beobachteten Höchstwerte des Druckes nicht die Rede davon gewesen, was Lindner in dieser Zeitschrift und an anderer Stelle für theoretische Betrachtungen angestellt hat, sondern es handelt sich um unmittelbare Messungen an zwei Maschinen gleicher Größe und Bauart. Wenn die eine bei meinen Messungen die für ihre Schaufelwinkel charakteristischen Druckkurven ergeben hat, die andere bei Lindners Versuchen wesentlich abweichende und mit

<sup>1)</sup> Diese Z. 16, 1172 (1903).

<sup>2)</sup> Diese Z. 20, 54 (1907).

der Bauart nicht übereinstimmende, so muß entweder ein veralteter Typus zu den Versuchen gedient haben, oder der Exhaustor war nicht in Ordnung. Zur Genauigkeit eines Vergleichsversuches, dessen Ergebnisse veröffentlicht werden sollen, gehört aber für mich auch, daß die Maschine vor der Untersuchung von zuständiger Seite auf zeitgemäße Ausführung und richtigen Zusammenbau untersucht worden ist.

Wie übrigens aus dem Schaubild hervorgeht, ist der verschiedenartige Verlauf der Druckkurve in der Gegend des Enddrucks nicht etwa eine Folge der verschiedenen Meßverfahren, wenn auch die be-

sonders ausgeprägte Überhöhung des Kurvenendes sich aus ihnen erklärt und nicht aus einer durch die Schaufelform begünstigten Rückströmung, wie Lindner annimmt.

Hier nach kann ich Irrtümer auf meiner Seite nicht erkennen, mit Ausnahme des nunmehr berichtigten Textfehlers, der so sinnentstellend wirkte, daß es für jeden Fachmann ausgeschlossen war, es könnte sich hier um eine „vorgetragene Lehrmeinung“ handeln. Daher verzichte ich auch gern auf die mildernden Umstände, die mir Lindner auf Grund meines „guten Glaubens“ freundlichst bewilligen zu wollen scheint.

## Referate.

### I. 2. Analytische Chemie, Laboratoriumsapparate und allgemeine Laboratoriumsverfahren.

**N. Schoorl.** Beiträge zur mikroskopischen Analyse. (Z. anal. Chem. **46**, 658—671. Nov. 1907. Amsterdam.)

Die Arbeit enthält allgemeine Bemerkungen über Empfindlichkeit, Geschwindigkeit und Sicherheit der mikroskopischen Analysenmethoden. Verf. stellt die Metalle in 10 Gruppen zusammen, deren mikrochemische Trennung er in einigen aufeinanderfolgenden Aufsätzen zu veröffentlichen absichtigt. Wr.

**Thomas P. McCutcheon Jr. und Edgar F. Smith.** Die Elektrolyse von Metalchloridlösungen unter Anwendung einer rotierenden Silberanode und einer Quecksilberkathode. (J. Am. Chem. Soc. **29**, 1460—1464. Oktober. [15/8.] 1907. University of Pennsylvania.)

Die Elektrolyse verschiedener Metallchloride in der Hildebrandschen Zelle (J. Am. Chem. Soc. **29**, 447) zeigte, daß Amalgame derjenigen Metalle, deren Oxyde dem Sesquioxydtypus angehören, sich unter Bildung beständiger kolloidaler Hydroxydlösungen zersetzen, während die sich zersetzenden Amalgame von Metallen des Mono- und Dioxydtypus entweder überhaupt keine oder äußerst unbeständige kolloidale Lösungen bilden. M. Sack.

**Jaroslav Milbauer.** Zwei analytische Bemerkungen. (Z. anal. Chem. **46**, 656—658. Nov. 1907. Prag.)

a. Colorimetrische Vergleichung von ammoniakalischen Kupfer- und Nickelsalzlösungen: Das Anion hat gar keinen Einfluß auf den Ton und die Intensität der Färbungen, und die Prüfung mit überschüssigem Ammoniak auf Nickel ist im Vergleich zu der auf Kupfer sehr wenig empfindlich.

b. Prüfung der Praseo- und Neodymsalze in Borax- und Phosphorsalzperlen: Die Farbe der Borax- und Phosphorsalzperle ist bei Gegenwart von Neodymsalz in der Oxydationsflamme farblos, nach Erkalten ebenfalls farblos, in der Reduktionsflamme farblos, nach Erkalten in starker Sättigung amethystviolett. Mit Praseodymsalz sind die Perlen in der Oxydationsflamme farblos, nach Erkalten in starker Sättigung gelblichgrün, in der Re-

duktionsflamme farblos, nach Erkalten farblos, in starker Sättigung grün. Beide stark gesättigten Perlen des Neodyms und Praseodyms lassen, hintereinandergehalten, wie die entsprechenden Lösungen, weißes Licht durch. Wr.

**L. Rosenthaler.** Versuche über eine titrimetrische Bestimmung des Magnesiums. (Z. anal. Chem. **46**, 714—716. Nov. 1907. Straßburg.)

Die Magnesiumsalzlösung wird mit überschüssiger jodometrisch eingestellter ca  $\frac{1}{20}$ -n.  $\text{KH}_2\text{AsO}_4$ -Lösung versetzt, mit Ammoniak übersättigt und wenigstens drei Stunden stehen gelassen. Dann wird ein aliquoter Teil abfiltriert, zur Trockne eingedampft, mit wenig Wasser aufgenommen, in eine Stöpselflasche gebracht und mit Schwefelsäure (1 : 1) oder rauchender Salzsäure nachgespült. So dann wird konz. wässrige Jodkaliumlösung zugesetzt und noch so viel Säure, bis ein Niederschlag entsteht, der durch Zusatz von Wasser wieder in Lösung gebracht wird. Nach einer Viertelstunde wird das freigelöste Jod mit  $\frac{1}{10}$  Thiosulfat zurücktitriert. Wr.

**Jaroslav Milbauer und Vladimir Stanek.** Colorimetrische Studien über das Kupfer. (Z. anal. Chem. **46**, 644—656. Nov. 1907. Prag.)

Verff. haben eine große Anzahl von Körpern zusammengestellt, die mit Kupfer blaue bis grüne Färbungen geben, und vergleichen die Intensität dieser Färbungen colorimetrisch mit der der Cupramminlösungen. Wr.

**W. A. Seaman.** Untersuchung der Ferrocyanidmethode zur Bestimmung von Zink. (J. Am. Chem. Soc. **29**, 205—211. 1907. Chihuahua.)

Der Verf. hat den Einfluß von Säureüberschuß, Kaliumchlorat, Ammoniumchlorid, Metallsalzen und verschieden hohem Zinkgehalt auf die Genauigkeit der Ferrocyanidmethode festgestellt; auf Grund seiner Versuche empfiehlt er folgende Ausführungsform. 0,5 g des zu untersuchenden Zinkerzes werden zuerst mit 7 ccm konz. Salpetersäure und dann mit 7 ccm Salzsäure übergossen, 15 Min. bei einer Temperatur von höchstens  $60^\circ$  stehen gelassen, dann mit 7 g Ammoniumchlorid versetzt und auf einer Asbestplatte zur Trockne verdampft. Den Rückstand nimmt man mit 5 ccm Ammoniak und 15 ccm Bromwasser auf, kocht 3 Min., filtriert heiß und wäscht dreimal mit einer heißen Lösung von