

Auswertung des Versuches  
P2-44  
Vakuum (2)

Manuel Schmidberger  
Markus Engelhardt

20. Juni 2005

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Überprüfen der Apparatur</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Gasentladung in Abhängigkeit vom Druck</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Saugvermögen in Abhängigkeit vom Druck</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Leitwert des Metallrohres</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Saugvermögen des Ionivacs</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Aufdampfen eines Iridiumfleckes</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Aufräumen des Arbeitsplatzes</b>	<b>8</b>

## 1 Überprüfen der Apparatur

Bei dieser Aufgabe machen wir uns mit der Apparatur vertraut. Wir schauen uns dazu die verschiedenen Elemente des Aufbaus an. Dabei sind Drehschieberpumpe, Turbomolekularpumpe, die Ventile, das Thermovac und das Ionivac gut zu sehen. Das Iridium-Schiffchen ist von der Vorgängergruppe mit Iridium befüllt worden und das Plexiglas gereinigt worden. Der Rezipient ist unter einem Käfig zum Schutz der Praktikanten verstaut. Die Apparatur wird vor Versuchsbeginn belüftet.

## 2 Gasentladung in Abhängigkeit vom Druck

Im Folgenden wird mittels Drehschieberpumpe der Rezipient evakuiert. Dabei wird eine Beschleunigungsspannung an das Gasentladungsrohr gelegt. Nun wird das Gasentladungsrohr beobachtet. Dabei ist zu Beginn (bei noch hohem Druck) kaum etwas zu erkennen. Mit sinkendem Druck ist allmählich eine Gasentladung sichtbar. Dabei sind zuerst viele Dunkelräume sichtbar und ein Großteil des Lichtes entsteht an der Kathode. Mit weiter abnehmendem Druck werden die Dunkelräume etwas weniger und die Lichtentstehung verlagert sich in Richtung Anode.

## 3 Saugvermögen in Abhängigkeit vom Druck

Eine Möglichkeit das Saugvermögen zu bestimmen ist das Skizzieren der Kurve  $S(p)$ . Es lässt sich der Mittelwert über einen linearen Bereich bilden und somit das mittlere Saugvermögen  $\bar{S}$ . Ausgangsgleichung ist dazu die in der Vorbereitung hergeleitete Gleichung

$$Q_{pV} = \frac{d(pV)}{dt} = V \cdot \frac{dp}{dt} + p \cdot \frac{dV}{dt}$$

Dabei sollte das Volumen des Rezipienten und des Leitrohres konstant bleiben, da eine Änderung des Volumens eine Gefährdung für die Versuchsteilnahme darstellen könnte. Also ergibt sich

$$Q_{pV} = V \cdot \frac{dp}{dt}$$

Durch Einsetzen in die Gleichung für das Saugvermögen erhält man:

$$S = \frac{Q_{pV}}{p} = V \cdot \frac{dp}{p \cdot dt}$$

Dabei handelt es sich um eine Differenzialgleichung erster Ordnung. Diese wird durch Trennung der Veränderlichen gelöst. Es folgt:

$$\frac{S}{V} \cdot dt = \frac{dp}{p}$$

$$\Rightarrow \int_{t_0}^t \frac{S}{V} \cdot dt = \int_{p_0}^p \frac{dp}{p}$$

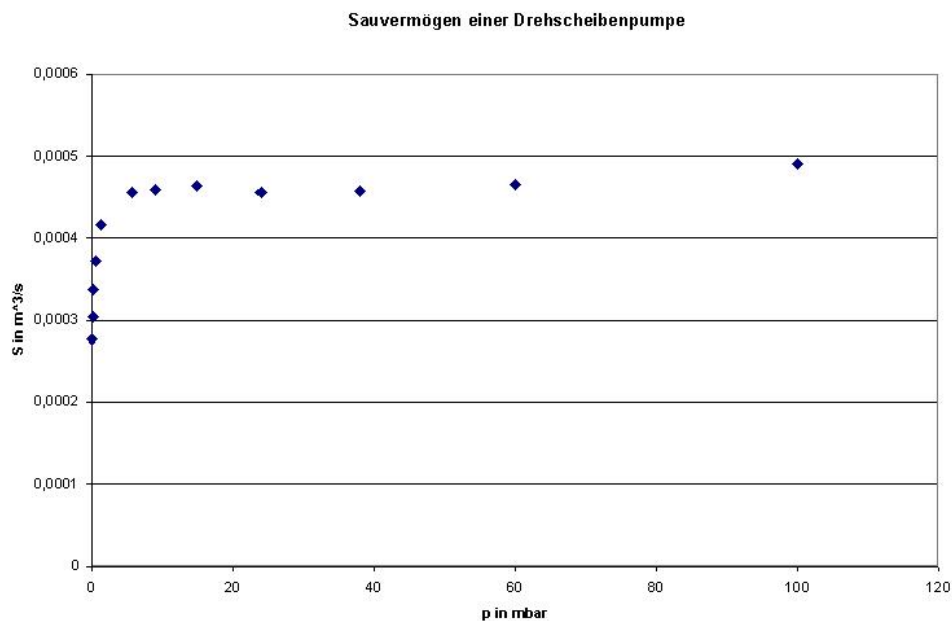
Nach der Integration erhält man letztendlich folgende Formel:

$$\ln \frac{p}{p_0} = \frac{S}{V} (t - t_0)$$

Diese Gleichung lässt sich nun zu einer logarithmischen Geradengleichung umformen:

$$\ln(p) = \frac{S}{V} t + [\ln(p_0) - \frac{S}{V} t_0] = \frac{S}{V} t + \text{const.}$$

Zur Messung des Druckes wird der Rezipient mittels Drehschieberpumpe evakuiert. Dabei ist Ventil 2 geschlossen. Bei einem Druck von 100 *mbar* wird der Zeitpunkt  $t_0 = 0$  s festgelegt. Anschließend wird zuerst alle 10 s, später jede 30 s der Druck abgelesen. Es ergeben sich dabei folgende Ergebnisse:



Nimmt man an, dass das Saugvermögen bis zu einem Druck von  $p = 0,55$  *mbar* annähernd linear verläuft, ergibt sich mit einem Volumen  $V = 0,0096$   $m^3$  daraus ein mittleres Saugvermögen von

$$\bar{S} = 4,58 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s}.$$

## 4 Leitwert des Metallrohres

Für diesen Versuch wird das zu Beginn schon montierte Leitrohr durch ein anderes, dünneres Leitrohr mit einem Durchmesser von  $d = 2 \text{ mm}$  ersetzt. Des Weiteren wird nun der Druck einmal vor und einmal hinter dem Rohr mittels Themovac gemessen. Daraus lässt sich nun die Saugleistung in Abhängigkeit vom Druck  $p$  angeben, sowie die effektive Saugleistung  $S_{eff}$  bestimmen. Für den Leitwert  $L$  des Rohres gilt:

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{S_{eff}} - \frac{1}{S}$$

Für die Saugleistung der Drehschieberpumpe ergibt sich ein mittleres Saugvermögen von:

$$\bar{S} = \frac{Q_1}{p_1} = 7,1 \cdot 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

Für die effektive Saugleistung errechnet sich ein Mittelwert von:

$$\overline{S_{eff}} = \frac{Q_2}{p_2} = 3,6 \cdot 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

Dabei wird die Saugleistung  $Q$  jeweils mit

$$Q_{\uparrow} = Q_{pV} = \frac{V \cdot \Delta p}{\Delta t}$$

berechnet.

Dabei setzt sich das Volumen aus der Summe der Volumina von Rezipient und Leitrohr zusammen.

Es gilt:

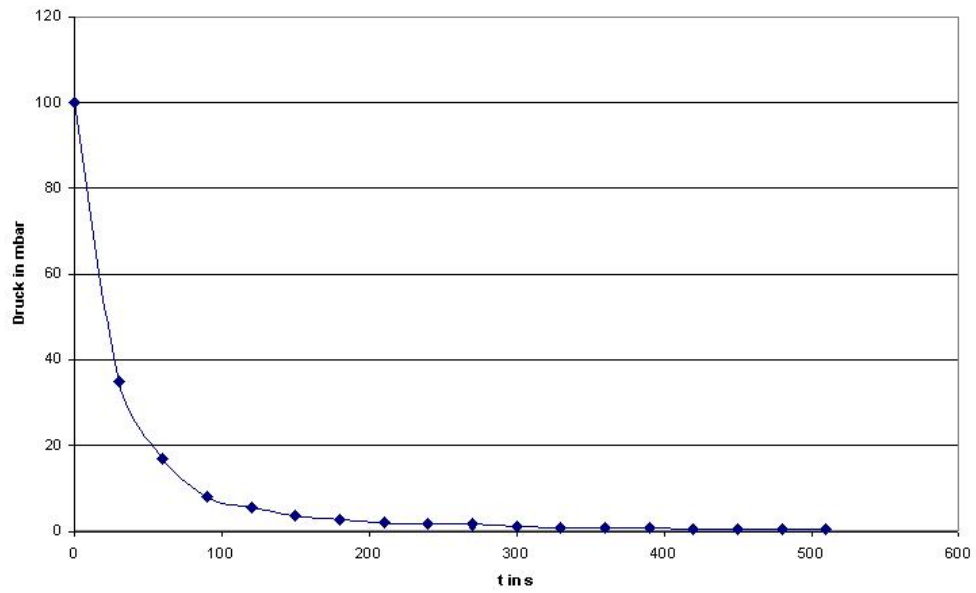
$$V = V_{RE} + V_{LR} = 9,5 \cdot 10^{-3} m^3$$

Somit folgt für den Leitwert  $L$  des Rohres:

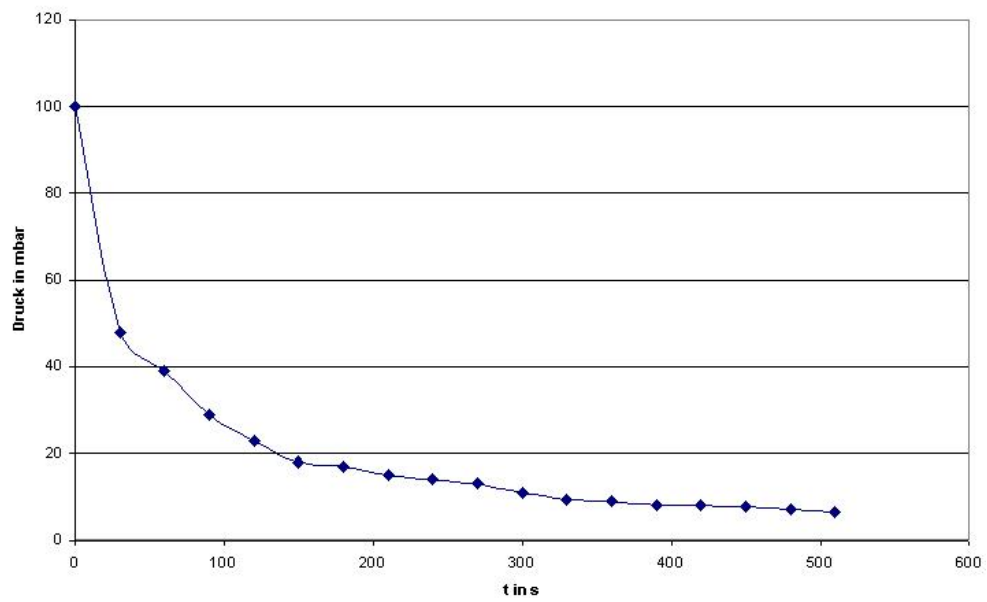
$$L = \frac{\bar{S} \cdot \overline{S_{eff}}}{\bar{S} - \overline{S_{eff}}} = \underline{7,3 \cdot 10^{-5} \frac{m^3}{s}}$$

Die folgenden Diagramme stellen die Änderung des Druckes in Abhängigkeit der Zeit dar. Es ist eine exponentielle Abnahme des Druckes erkennbar:

Druck p1 über Zeit

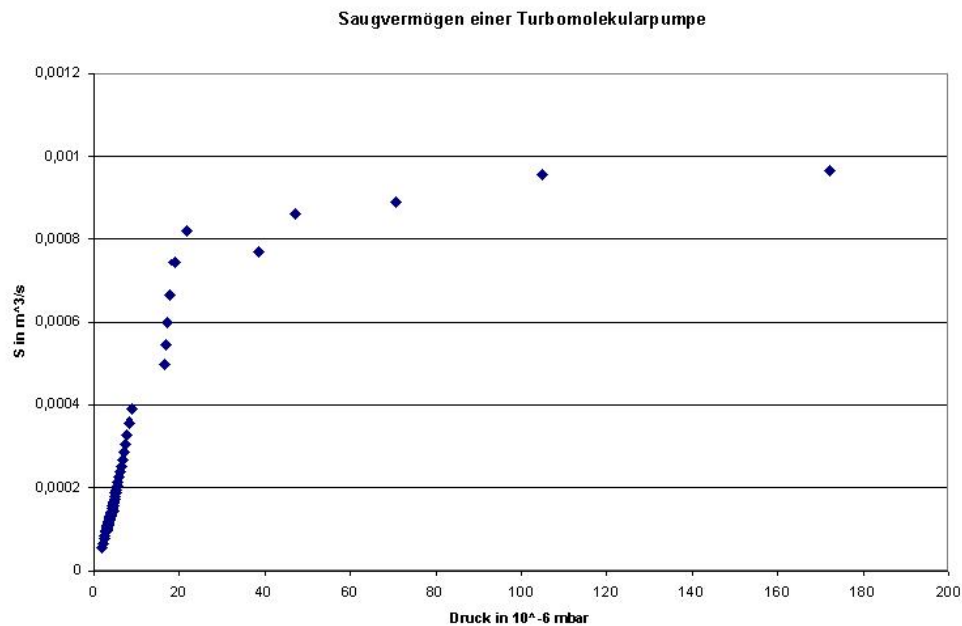


Druck p2 über Zeit



## 5 Saugvermögen des Ionivacs

Es wird der Rezipient wieder mittels Drehschieberpumpe evakuiert. Ab einem Druck von  $0,01 \text{ mbar}$  wird die Turbomolekularpumpe zugeschaltet, um ein noch geringeren Druck zu erzeugen. Dabei wird mittels Ionivac der Druck an der Turbomolekularpumpe gemessen. Das folgende Schaubild stellt das Saugvermögen in Abhängigkeit des Druckes dar:



Nimmt man an, dass bis zu einem Druck von  $p > 2 \cdot 10^{-5}$  ein linearer Zusammenhang besteht, so ergibt sich ein Saugvermögen von:

$$S = 8,77 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

## 6 Aufdampfen eines Iridiumfleckes

Im Folgenden wird bei verschiedenen Drücken Iridium auf eine Plexiglasscheibe gedampft. Dazu wird zuerst der gewünschte Druck eingestellt und anschließend mittels Heizspannung das Iridium erhitzt. Man beobachtet nun den Zeitpunkt, an dem auf der Plexiglasscheibe ein Fleck sichtbar wird und notiert die Spannung. Es ergeben sich daraus folgende Werte:

	Druck in mbar	Spannung in V
Messung 1	$3 \cdot 10^{-6}$	18
Messung 2	$1 \cdot 10^{-5}$	19,5
Messung 3	$4 \cdot 10^{-2}$	30

Leider sind zwischen den drei Flecken keine Unterschiede erkennbar. Ein möglicher Grund hierfür ist, dass vermutlich die Heizspannung zu lange hochgeregelt worden ist und somit zu viel Iridium verdampft ist.

## 7 Aufräumen des Arbeitsplatzes

Nach den Versuchen wird der Praktikumsplatz aufgeräumt und die Apparatur gesäubert. Dabei wird die Plexiglasscheibe, die Glasglocke sowie der Dichtungsring der Glocke gereinigt. Anschließend wird letzterer mit Vakuumfett eingerieben und die Glasglocke wieder darauf platziert. Es wird mittels Drehschieberpumpe ein Grobvakuum erzeugt.