

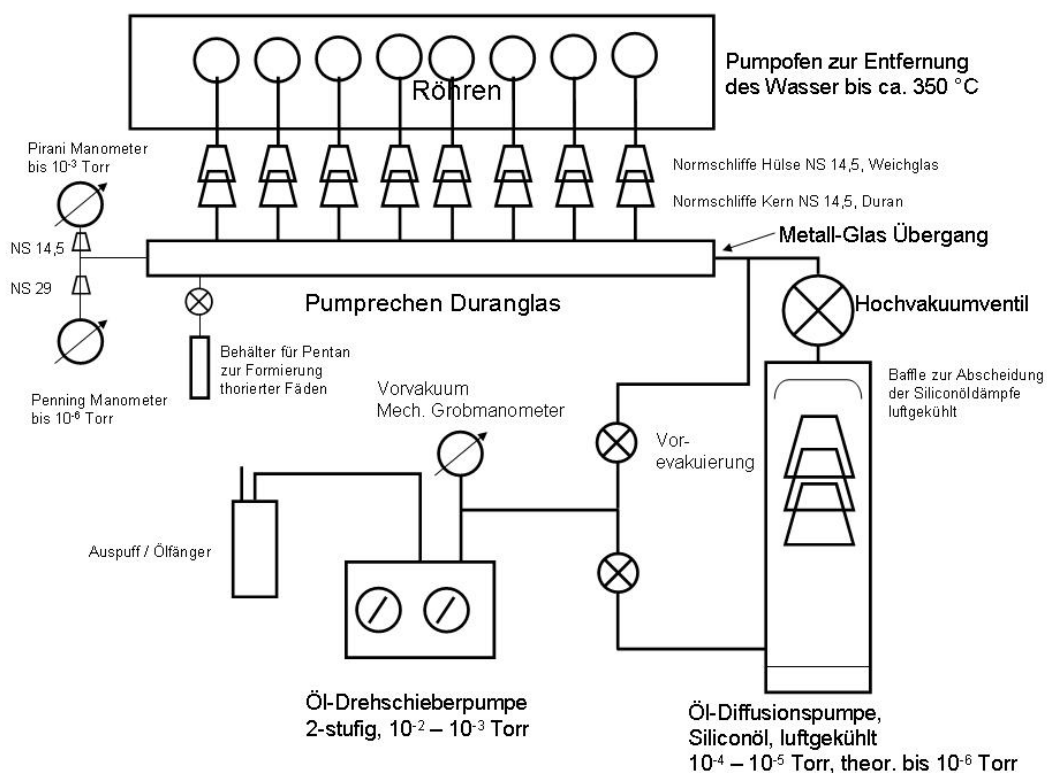
Beschreibung des Pumpstandes Röhrenwerkstatt

Dr. Rüdiger Walz

4.6.2006

Der Pumpstand entspricht der Zusammenstellung, die man der einschlägigen Literatur entnehmen kann. Er erreicht theoretisch bis zu 10^{-6} Torr, im Normalfall nach einem Tag Betrieb 2×10^{-5} Torr. Die Pumpanlage müsste mehrere Tage ununterbrochen in Betrieb sein, bis die Anlage so von Verunreinigungen befreit ist, dass das maximale Vakuum erreicht werden kann. Für TM Röhren reichen $4-8 \times 10^{-5}$ Torr, für thorierte Heizfäden sollte man 2×10^{-5} Torr mindestens erreichen.

Bild 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau. Die Bauteile wurden gebraucht erworben, bzw. selbst hergestellt und stammen aus den 1950 – 1980 er Jahren.



Eine zweistufige Drehschieberpumpe (Bild 2) von Leybold erzeugt das Vorvakuum von ca 10^{-2} Torr zum Betrieb der Diffusionspumpe (Leybold, Silikonöl, luftgekühlt, Bild 3). Das Vorvakuum wird grob mit einem mechanischen Manometer gemessen. Die Diffusionspumpe wird mit einer Rohrleitung überbrückt, um den Rezipienten vorevakuieren zu können, da bei betriebsheißer Pumpe das Silikonöl verbrennen würde. Der Pumpstand ist aus Kleinflansch - Normteilen zusammengebaut. Der Glassteil verwendet Normschliffe (NS) bzw. einen Planschliff, wie sie im Chemieapparatebau üblich sind.



Bild 2: Drehschieberpumpe

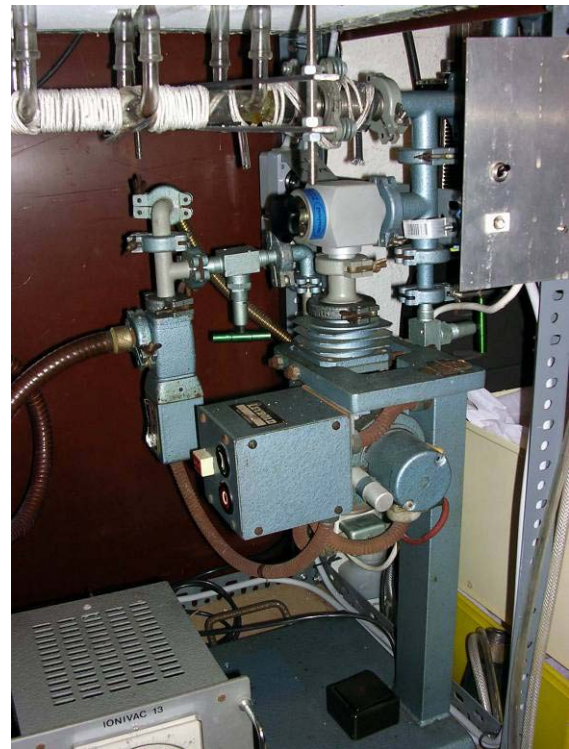


Bild 3: Öldiffusionspumpe

Die Verbindung Vorpumpe – Diff-Pumpe erfolgt einfach mit einem Vakuumschlauch. Die Verbindung Diffusionspumpe- Rezipient muss größere Durchmesser haben, da ansonsten der Diffusionswiderstand zu hoch wird.



Bild 4: Verbindung VP – DP



Bild 5: Diffp.-Pumprechen

Auf dem Bild 5 ist auch zu sehen, dass der Pumprechen durch eine Heizschnur beheizbar ist (max 100 °C). Das beseitigt am Glas anhaftendes Wasser schneller und die Anlage erreicht vor allem nach langen Stillständen schneller das Endvakuum. Die Heizung wird aber nur kurz eingeschaltet, da ansonsten das Silikonfett in den Normschliffen zu dünnflüssig wird. Der Pumprechen ist aus Duranglas gefertigt, das heute im Chemieapparatebau üblich ist. Er ist mit 14 Normschliffkernen NS 14,5 versehen. Die Schliffe werden mit Silikonhochvakuumfett gefettet. Silikonfett beeinträchtigt die Funktion und Lebensdauer der Röhren nicht. Kein Kohlenwasserstoff- basierendes Fett verwenden. Es greift die Wolframfäden an !



Bild 6: Pumprechen

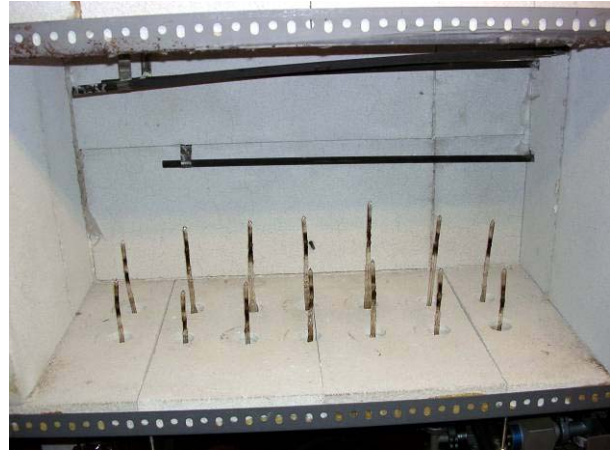


Bild 7: Pumpofen

Die Gegenstücke, NS 14,5 Hülse, sind aus Weichglas hergestellt (Spezialanfertigung), da die Röhrenkolben und Pumpstutzen aus Weichglas hergestellt werden. Der Wärmeausdehnungskoeffizient von Weichglas passt zu Bleiglas, das für die Quetschfüsse eingesetzt wird. Bleiglas wiederum passt zu den Kupfermanteldrähten (Dumet), die zur vakuumdichten Stromzuführung verwendet werden. Inzwischen gibt es aber auch spezielle Molybdändrähte, die in Duranglas vakuumdicht eingeschmolzen werden können, jedoch ist ihre Verarbeitung schwierig.

Der Pumpofen ist aus Normeisenwinkel und Ytong-Steinen hergestellt. Diese werden jedoch im Laufe der Zeit rissig. Er wird demnächst mit wärmebeständigen Bauplatten neu erstellt werden müssen. Die Heizung erfolgt mit drei 1000 W Heizstäben, die mit Metallaschen an den Ytong-Steinen befestigt sind. Ich gehe beim Ausheizen nicht über 290 °C, da ansonsten die Heizfädenhalterungen erschlaffen können.



Bild 8: Kleinflanschteile mit Übergang auf Glas

Bild 9: Röhre mit Pumpstengel und Normschliff NS 14,5. Die Röhre wird an den Schliff per Hand angeschmolzen.

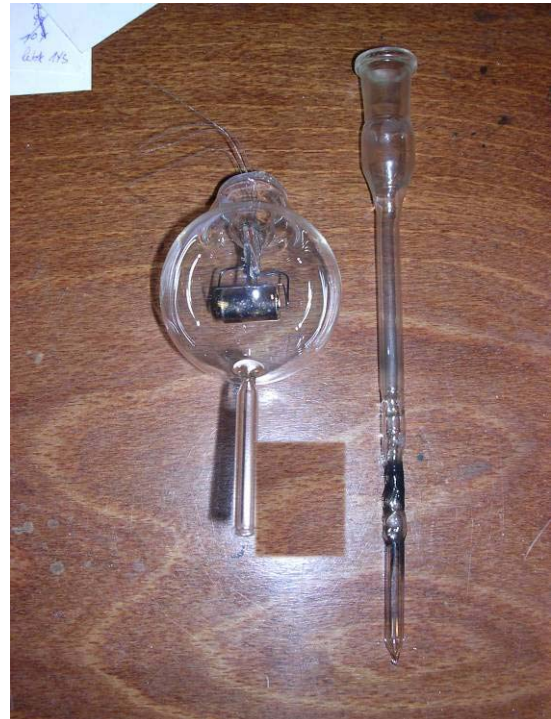




Bild 10 zeigt die Steuerung des Pumpofens und der Vakuumpumpen. Der Pumpofen hat eine Temperatursteuerung und Zeitschaltung und die Vakuumpumpen sind so verschaltet, dass die Diffusionspumpe ohne Drehschieberpumpe nicht eingeschaltet werden kann. Außerdem ist bei Stromausfall oder Abschaltung eine Zwangsbelüftung vorgesehen, um das Zurücksteigen des Drehschieberöles in die Diffusionspumpe zu verhindern. Die Steuerung enthält Betriebsstundenanzeige, Temperaturanzeige, sowie zusätzlich noch ein Netzteil zum Ausheizen den Röhren

Bild 10: Steuerung



Bild: 11: Pirani Messgerät



Bild12: Penning Messgerät

Das Vakuum im Pumprechen wird an der von der Pumpe am weitesten entfernten Stelle gemessen. Im ersten Schritt mit einer Pirani-Messröhre, die auf Thermoelmenten beruht bis 10^{-3} Torr, dann mit einer Penning-Messröhre, die auf einer Glimmentladung im Magnetfeld beruht bis 10^{-6} Torr.



Bild 13: Messröhren. Links Pirani, Mitte Penning, rechts Behälter für Pentan zu Formierung von thorierten Heizfäden.

Penning Messröhren sind im Gegensatz zu Ionisationsmessröhren unempfindlich gegen Lufteinbrüche, die bei Glasbruch passieren können. Bei den Ionisationsröhren brennt dann meistens der Heizfaden durch, sofern sie nicht über eine Sicherheitsschaltung verfügen. Undichtigkeiten werden mit einem Induktor festgestellt. Vom Leck geht im Innern der Röhre dann ein blaues Leuchten aus.



Bild 14: Rohmaterial für den Röhrenbau sind Glasrohre aus dem Handel. Sie werden entweder mit einem Glasbläserbrenner bearbeitet oder auf einer Gladitz Universalmaschine (Bild 15, 16).



Bild 15: Brenner



Bild 16: Gladitz Universalmaschine

Dient zum Herstellen der Tellerröhrchen, Quetschfüsse und zum Einschmelzen der Systeme in die Röhrenkolben



Bild 17: Bearbeitetes Glas muss in einem **Auskühlofen** langsam abgekühlt werden (Anealing). Besonders Weichglas ist gegenüber Temperatursprüngen empfindlich und neigt zu Spannungen und Rissen. Die fertig eingeschmolzenen Röhren (siehe mein Bericht in www.ruediger-walz.de) werden kurz auf 500 °C erhitzt und langsam abgekühlt. Verwendet wird ein Schamotteofen von Haereus, der z.B. für Töpferzwecke gebaut wurde.