

## BETZ – Manometer

Bei dem am 20. Mai 2016 anlässlich des Besuchs der Ehrenmitglieder des EVU im Papiermuseum Basel entdeckten - vorerst unbekanntem - Gerät handelt es sich um ein sogenanntes Betz-Manometer, ein Präzisions-Druckmessgerät.



Das vorhandene Gerät wurde vermutlich in den 1930-er Jahren von der Firma E. Schiltknecht Ing. in Zürich 7, heute Schiltknecht Messtechnik AG in Gossau ZH („Wir messen, was fließt – Druck und Strömungsgeschwindigkeit der Luft, anderer Gase und Flüssigkeiten.“) hergestellt.

Leider sind heute keine Unterlagen oder Konstruktionszeichnungen mehr vorhanden.

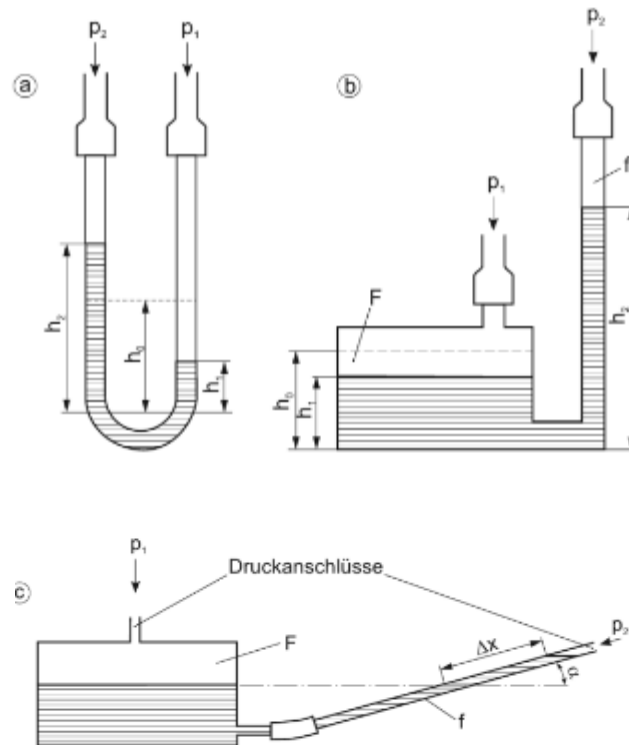


Bilder: Heinz Riedener

Der Name Betz-Manometer basiert auf dem Betz'schen Gesetz, erstmals formuliert 1919 vom deutschen Physiker Albert Betz (1885–1968).

## Grundlage: Das Flüssigkeitsmanometer

Die einfachsten Druckmessgeräte sind Flüssigkeitsmanometer, bei denen die Verschiebung einer Flüssigkeitssäule infolge unterschiedlicher Druckbeaufschlagung als Mass für den anliegenden Druck dient.



U-Rohr- (a) , Zweischenkel- (b) und Schrägrohrmanometer (c)

Die anspruchsloseste Ausführung ist das U-Rohr, das die Druckdifferenz  $\Delta p = p_1 - p_2$  über die gemessene Höhendifferenz der bei Druckbeaufschlagung gegeneinander verschobenen Flüssigkeitsspiegel misst.

$$\Delta p = \rho g (h_2 - h_1)$$

$\rho$  = Dichte der Sperrflüssigkeit  
 $g$  = Erdbeschleunigung  
 $h_1, h_2$  = Höhen der Flüssigkeitsspiegel

Als Sperrflüssigkeiten werden üblicherweise Wasser oder Alkohol und bei hohen Druckdifferenzen auch Quecksilber verwendet. Vergleichbar mit dem U-Rohr ist das Zweischenkel-Manometer, das jedoch unterschiedlicher Querschnitte in den Schenkeln aufweist. Durch Einbeziehung des Flächenverhältnisses  $f/F$  kann die Druckdifferenz über

$$\Delta p = \rho g (h_2 - h_1) (f/F + 1)$$

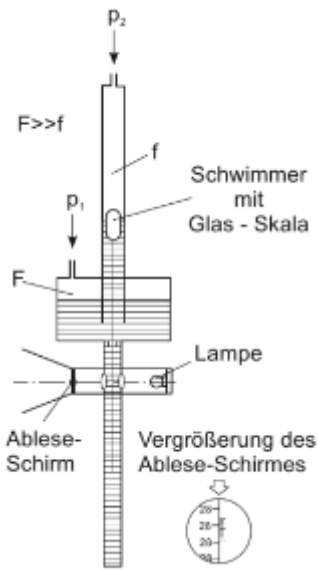
$f/F$  = Flächenverhältnis

bestimmt werden. Im Falle von  $f/F \ll 1$  ist dieses vernachlässigbar und die Höhendifferenzmessung kann nun von der konstanten Bezugshöhe  $h_0$  erfolgen. Zur Verbesserung des Auflösungsvermögens kann der Messschenkel auch schräg gestellt werden, die Druckmessung erfolgt bei dieser als Schrägrohrmanometer bezeichneten Bauweise über die Beziehung

$$\Delta p = \rho g \sin \alpha \Delta x$$

$\Delta x$  = Verschiebung der Sperrflüssigkeit  
 $\alpha$  = Neigewinkel des Schrägrohrs

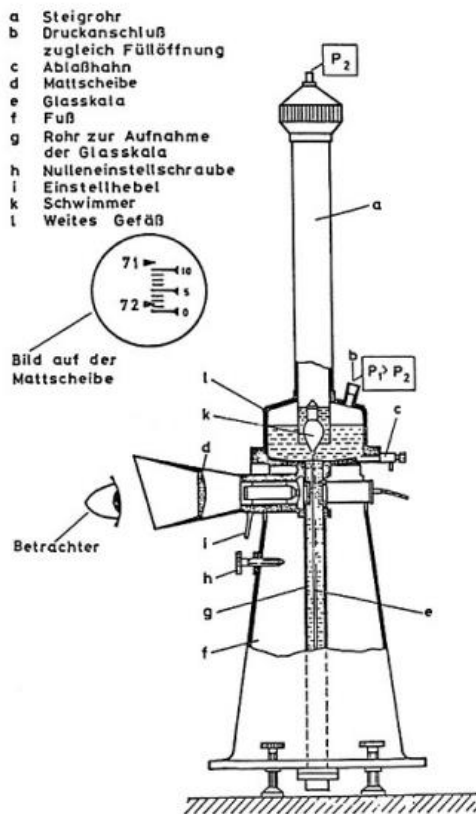
## Das Betz-Manometer



Neben dem wegen seines beachtlichen Auflösungsvermögens häufig noch eingesetzten Schrägrohrmanometer ist insbesondere das Betz-Manometer weit verbreitet. Dieses Messgerät basiert im Prinzip auf der Funktionsweise des Zwischenkel-Manometers. Das Ablesen des zu messenden Drucks ist jedoch durch einen skalierten Messstab, der an dem Schwimmer im Messschenkel montiert ist und an einer beleuchteten Messoptik vorbeigeführt wird gegenüber der obigen Abbildung (b) wesentlich erleichtert. In Verbindung mit dem in die Messskala integrierten Nonius lassen sich mit diesem Flüssigkeitsmanometer Auflösungen bis etwa  $1\text{N/m}^2$  erreichen und das Gerät wird wegen seines direkten Messprinzips und seiner Störungsempfindlichkeit in vielen Fällen als Kalibrierungs-Standard eingesetzt.

← Schematischer Aufbau des Betz-Manometers

Das Betz-Manometer ist also im Prinzip ein Präzisions-U-Rohrmanometer mit ungleichen Schenkel-durchmessern. An einem Schwimmer im Steigrohr ist ein Glasmaßstab mit eingezätzter Skala befestigt. Die Höhenänderung, die sich bei Anlegen einer Druckdifferenz ergibt, kann an der Mattscheibe direkt in *mmWS* oder *mbar* abgelesen werden. Das Betz-Manometer ist ein sehr fein auflösendes Messgerät, aber relativ träge. Die Trägheit wird durch die großen Luftvolumina, die zum Verschieben der Sperrflüssigkeit durch dünne Schläuche in das Gerät strömen müssen, verursacht. Daher treten längere Einstellzeiten auf.



Das klassische Betz-Manometer misst Druckdifferenzen bis 200mm WS