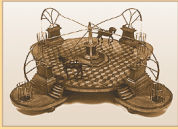
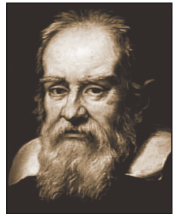


Die Geschichte vom Druck...

1594



Galileo Galilei, geboren in Pisa (Italien), erfand eine Pumpe basierend auf einem Saugkolben und setzte sie zur Landbewässerung ein, um Wasser aus dem Fluss auf das höher gelegene Land zu pumpen. Dabei musste er feststellen, dass er maximal 10 m Höhendifferenz überwinden konnte. Eine Erklärung dafür konnte er nicht finden.



1644



Evangelista Torricelli (Torr), italienischer Physiker, füllte ein 1 m langes Glasrohr, das an einem Ende abgeschlossen war, mit Quecksilber und stellte es senkrecht mit dem offenen Ende nach unten in ein mit Quecksilber gefülltes Becken. Die Quecksilbersäule fiel auf 760 mm ab. Torricelli nahm als Grund für dieses Phänomen eine Kraft auf der Oberfläche der Erde an, ohne dabei zu wissen, woher diese Kraft kam. Er folgerte ausserdem, dass der Raum am oberen Ende des Rohrs leer ist, und nannte den Zustand "Vakuum".



1648



Blaise Pascal, französischer Philosoph und Physiker, hörte von diesen Experimenten und forschte nach den Gründen für die von Galileo und Torricelli beobachteten Phänomene. Er kam zu der Überzeugung, dass die Kraft, die die Quecksilbersäule auf 760 mm hält, das Gewicht der Luft darüber sein muss. Sollte seine Theorie stimmen, so müsste mit zunehmender Höhe diese Kraft kleiner werden, was er mit dem berühmten Experiment am Berg Puy de Dôme in Zentral-Frankreich bewies. Aus der Abnahme der Säulenhöhe und der Höhendifferenz konnte er das Gewicht der Luft errechnen. Pascal erkannte auch, dass diese Kraft, er nannte sie "Druck", gleichmässig in alle Richtungen wirkt.



1656



Otto von Guericke, geboren in Magdeburg/Deutschland: Torricellis Schlussfolgerung über einen leeren Raum oder ein Nichts stand im Gegensatz zu der Doktrin eines allgegenwärtigen Gottes und wurde somit von der Kirche angegriffen. Guericke entwickelte neue Luftpumpen, um grössere Volumen zu leeren und veranstaltete ein dramatisches Experiment in Magdeburg (vgl. Bild Titelseite), bei dem er die Luft aus zwei, nur durch Schmierfett zusammengehaltenen Halbkugeln saugte. 8 Pferde an jeder Halbkugel waren nicht stark genug, sie wieder zu trennen.



1661



Robert Boyle, ein anglo-irischer Chemiker, verwendete "J"-förmige Rohre, die an einem Ende geschlossen waren, zum Studium der Beziehung zwischen Druck und Volumen des eingeschlossenen Gases und formulierte das Gesetz $P \times V = K$ (P: Druck, V: Volumen, K: Konstante). Das bedeutet: wenn das Volumen eines Gases bei einem gegebenen Druck bekannt ist, kann der Druck bei einer Volumenänderung berechnet werden, vorausgesetzt die Temperatur und die Gasmenge bleiben gleich.



1820



Fast 200 Jahre später entdeckte Joseph Louis Gay-Lussac, französischer Physiker und Chemiker, dass sich der Druckanstieg eines eingeschlossenen Gases bei konstantem Volumen proportional zur Temperatur verhält. Basierend darauf definierte William Thomson (Lord Kelvin) die Skala für die absolute Temperatur mit ihrem Nullpunkt bei -273 °C (oder 0 Kelvin).

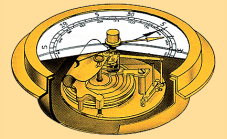


...und der Druckmesstechnik

1843

Mechanische Messtechniken

Lucien Vidie, französischer Wissenschaftler, erfand und baute ein Barometer, das anstelle einer Flüssigkeitssäule die Auslenkung einer Membrane zur Messung des Luftdruckes verwendet (Aneroidbarometer). Die Auslenkung der Membrane unter Druck wird durch eine Mechanik übertragen und von einem Zeiger angezeigt. Unter Verwendung dieser Anzeigemethode von Vidie patentierte Eugène Bourdon (Gründer der Bourdon Company) im Jahre 1849 das Bourdon-Rohrfederanometer für höhere Druckbereiche.

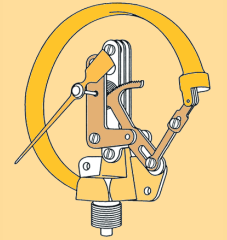


Aneroidbarometer

1930

Elektrische Messtechniken

Die ersten Druckaufnehmer waren Messwandlungsvorrichtungen, bei denen die Bewegungen von Membranen, Federn oder Rohrfedern elektrische Größen verändern. Druckmembranen sind z.B. Teil einer Kapazität oder die Zeigerbewegung ist der Abgriff eines Potentiometers.



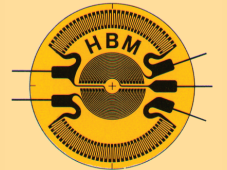
Bourdon
Rohrfederanometer

1938

Gebondete Dehnmessstreifen wurden unabhängig von E. E. Simmons vom California Institute of Technology und A.C. Ruge vom Massachusetts Institute of Technology entwickelt. Simmons war der Schnellere bei der Patentanmeldung.

1955

Die ersten Foliendehnmessstreifen entstanden mit einer integrierten vollen Widerstandsbrücke, welche auf eine Membran geklebt wurde, die im Mittelpunkt und am Rand gegensätzliche Beanspruchung erfährt.



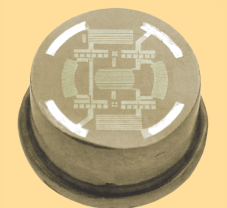
Foliendehnmessstreifen

1965

Die Klebeverbindung zwischen den Dehnmessstreifen und Metall-Membranen war immer die Ursache für Hysterese und Instabilität. In den 1960ern führte Statham die ersten Dünnschicht-Druckaufnehmer mit guter Stabilität und kleiner Hysterese ein. Heute spielt diese Technologie eine Hauptrolle auf dem Markt für hohe Druckbereiche.

1973

William R. Poyle beantragte ein Patent für kapazitive Druckaufnehmer auf Glas- oder Quarzbasis, Bob Bell von Kavlico ein paar Jahre später, 1979, für solche auf Keramikbasis. Diese Technologie schloss die Lücke für niedrige Druckbereiche (für die sich die Dünnschicht-technik nicht eignet) und ist heute, neben Keramikmembranen mit Widerständen, die am weitesten verbreitete Technologie im Industriesektor.



Dünnschicht

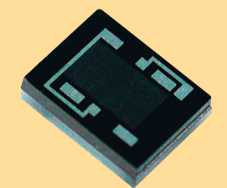
1967

Das Sensoren-Zeitalter

Honeywell Research Center, Minneapolis/USA, 1967: Art R. Zias und John Egan beantragten das Patent für geätzte Siliziummembranen. 1969 beantragte Hans W. Keller das Patent für seriengefertigte Siliziumsensoren. Die Technologie profitierte von den enormen Fortschritten in der IC-Technologie.

Moderne Drucksensoren haben ein Gewicht von 0,01 Gramm. Während alle nicht-kristallinen Membranen eine Eigenhysterese besitzen, ist die Präzisionsgrenze dieses Sensors mit heutigen Mitteln nicht ermittelbar.

Die piezoresistive Technologie ist universell einsetzbar. Sie ist geeignet für Druckbereiche von 100 mbar bis 1500 bar für Absolut-, Relativ- und Differenzdruck. Die verzögerte Ausbreitung dieser Technologie für hochvolumige industrielle Anwendungen war in der Unfähigkeit der Grossfirmen begründet, ein vernünftiges Gehäuse für diesen Sensor zu entwickeln. Innerhalb von 30 Jahren hat KELLER diese Technologie perfektioniert; zu



Piezoresistiver Silizium
Drucksensor

2000

entwickeln. Innerhalb von 30 Jahren hat KELLER diese Technologie perfektioniert; zu Kosten, die mit anderen Technologien vergleichbar sind.