



Geschichtliche Entwicklung der Drucklufttechnik

Daniel Hilfiker

Bevor sich Elektrizität als Hauptquelle für die industrielle Energieversorgung durchsetzte, konkurrierte Druckluft in vielen Bereichen stark mit ihr: Strassenbahnen, Rohrpostanlagen, Bohrmaschinen für den Tunnelbau und sogar Uhren wurden mit Druckluft versorgt. Die Sammlung von alten Schriften im Archiv der Pneumofore gibt Einsicht in die geschichtliche Entwicklung der Drucklufttechnik, einer der wichtigsten Energieformen unserer Zeit. Dieser Aufsatz beschreibt die Druckluft von den Anfängen bis etwa 1900: wie sie als Zufallsereignis entdeckt, später wissenschaftlich untersucht und industriell verwendet wurde.

Pneumofore



Life cycle cost: we always win

Geschichtliche Entwicklung der Drucklufttechnik

Daniel Hilfiker

Druckluft als Arbeitsmittel wurde von den Menschen schon in prähistorischer Zeit, vornehmlich allerdings zu technisch einfachen Aufgaben benutzt, wie zum Feueranfachen und zu Wärmeübergangsaufgaben. Von Druckluft im heute verstandenen Sinne kann dabei allerdings nicht die Rede sein. Das **Druckluftgeschütz des Ktesibios** jedoch (260 v. Chr.), das von Philon beschrieben wird, hat die typischen Eigenschaften der pneumatischen Maschine in Form von Druckluftkolben und Zylindern, woran man die adiabatische Kompressionswärme beobachtet haben will. Manche Historiker vertreten auch die Ansicht, daß das 400 Jahre später als Kriegsgerät auftretende **byzantinische Feuer**, dessen Brennstoff aus einem Gemisch von Schwefel, Steinsalz, Harz, Erdöl und Asphalt bestanden haben soll, durch Kompressionswärme entzündet wurde.

Diese frühen Druckluftanwendungen blieben geheimnisumwitterte Zufallserfolge und damit ohne große Bedeutung,

weil die physikalischen Gesetzmäßigkeiten der Gase noch unbekannt und nicht erforscht waren. In der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts befaßten sich viele Physiker und Mathematiker mit dem Verhalten von Gasen, insbesondere Luft, unter anderem Torricelli, Pascal, Otto von Guericke, Jean Hautefeuille, Boyle, Mariotte, Gay-Lussac, Huygens, Papin.

Besonders regsam auf dem Wege der praktischen Verwertung der gewonnenen Erkenntnisse war Papin, der bis 1675 unter Huygens und bis 1688 unter Boyle zahlreiche Versuche machte. Allgemein bekannt ist der Papinsche Topf. Die Idee eines Unterwasserfahrzeuges mit Hilfe von Luftüberdruck wurde von Papin praktisch vorgeführt. Etwa 100 Jahre später (1778) hat der Engländer Smeaton beim Bau der **Brücke von Haxham** in Northumberland von diesem Gedanken Gebrauch gemacht, indem er Luftkästen zu Gründungsarbeiten für Brückenpfeiler verwandte, ebenso Triger, als er 1839 durch das Bett der Loire einen 20 m tiefen Schacht trieb, um an ein Kohlenflöz heranzukommen. Papin eilte mit seinen vielseitigen Ideen dem damaligen Stand der mechanischen Fertigungsmöglichkeiten, wie dem Bedarf, weit voraus.

In größerem Umfang wurde Druckluft beim Bau des **Mont-Cenis-Tunnels** (1857 bis 1871) angewendet. Bei der Länge des Tunnels (etwa 13 km) und der Höhe des Gebirges über der Tunnelsohle (1338 m) waren die gewöhnlichen Verfahren des Bohrens der Sprenglöcher und der Belüftung unzureichend. Zuerst entwarf der belgische Ingenieur Manß 1849 ein Projekt, wonach das Gestein zunächst geschrämt, danach geschossen und die Arbeitsmaschinen und Ventilatoren vom Tunneleingang bis vor Ort durch Seile angetrieben werden sollten. Das Projekt wurde auch



Fig 2 - 'Die Luftpumpe' nach 'Unterricht in der Naturkunde' von H. Wettstein, Zürich, 1901.

angenommen, bis im Jahre 1855 Prof. Colladon den besseren Vorschlag machte, die Druckluft als Energieträger zu benutzen, wodurch auch die Frage der Ventilation gelöst sei. Gleichzeitig wurde von Bartlett eine Stoßbohrmaschine für Druckluftantrieb erfunden. 17 solcher Maschinen sollten auf einen Eisenbahnwagen montiert und gleichzeitig betrieben werden. Mit der Geburtsstunde der Bohrmaschine wurde gleichzeitig auch der Bohrwagen geschaffen. Die Bohrmaschine von Bartlett brachte bei praktischen Versuchen einen Bohrfortschritt von 30 cm/min, also das 20fache der bisherigen Leistung von Hand. Man berechnete hiernach die Fertigungsdauer für den Tunnel auf sieben bis acht Jahre. Die Druckluft auf der französischen Seite des Tunnels wurde durch die nassen Luftpumpen von Sommeiller und Sievers & Co. erzeugt, die durch Dampf- und Wasserkraft angetrieben waren. Da auf der italienischen Seite des Tunnels Wasserkräfte mit genügendem Gefälle zur

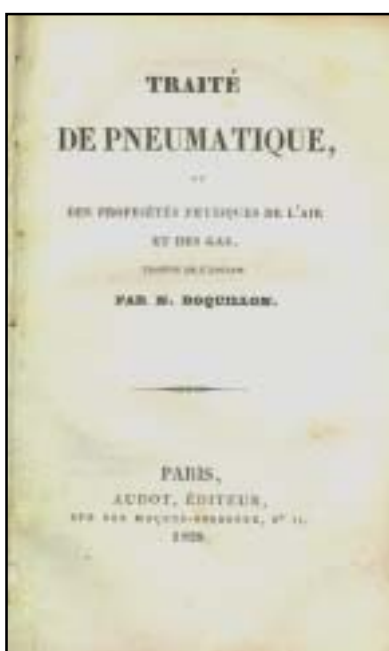


Fig 1 - 'Traité de Pneumatique' von N. Boquillon, Paris, 1828.

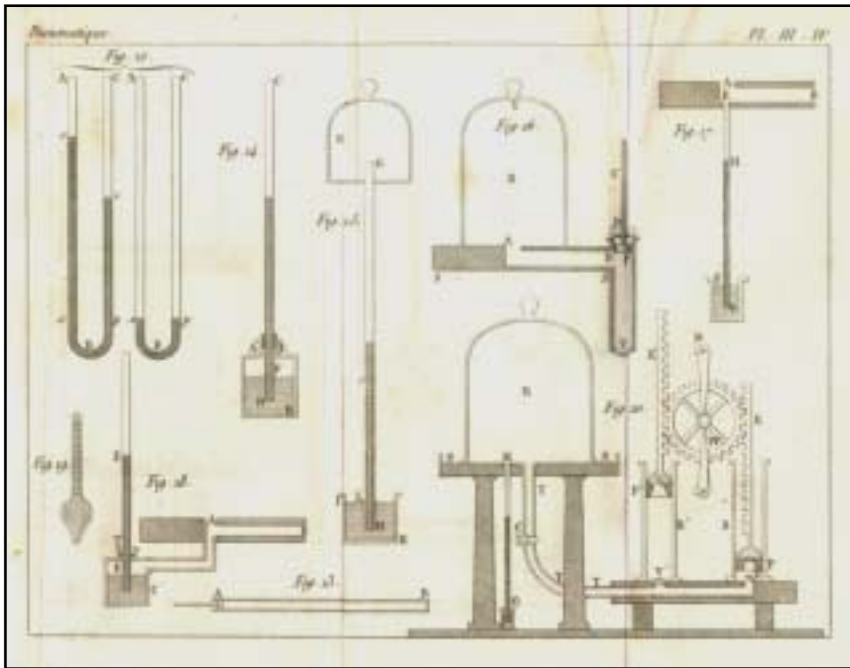


Fig 3- 'Planche de Pneumatique' aus 'Traité de Pneumatique' von N. Boquillon, Paris, 1828.

Verfügung standen, wurde auf Vorschlag von Sommeiller hier die von ihm 1854 erfundene hydraulische Luftpresse eingesetzt. Sommeiller stellte auch eigene Stoßbohrmaschinen her, die in diesem Tunnel verwendet wurden. Anfangs betrug der Baufortschritt beim Bohren von Hand 0,6 bzw. 0,8 m je Tag, beim maschinellen Bohren 2 m je Tag, was später auf 3 m gesteigert werden sollte. Beim Bau des Tunnels durch den **Gott-hard** wurde von Anfang an Druckluft eingesetzt.

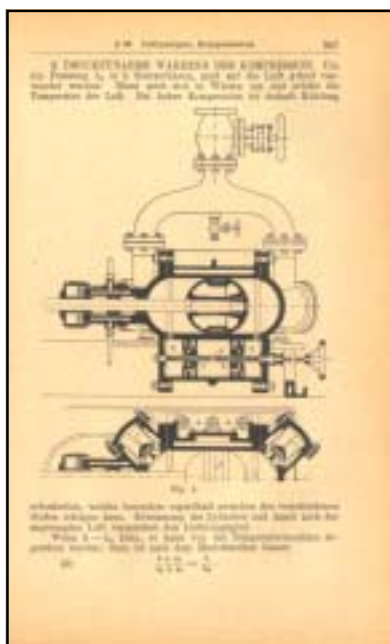


Fig 4 - 'Ammoniakkompressor von Borsig' aus Bernoullis Vademekum, Leipzig, 1923.

Es wird berichtet, daß die **erste trockene Luftpumpe** um 1865 von der Bonner Firma Kley an die Grube Altenberg bei Aachen geliefert und in den 80er Jahren in England die Fabrikation von trockenen Kompressoren aufgenommen wurde.

1881 wurde in Paris eine Zentrale für Druckluft errichtet, die von einer Normaluhr aus **8000 andere Uhren** steuerte, die über ganz Paris verteilt aufgestellt waren. 1888 baute Popp diese Zentrale weiter aus, um das Handwerk mit Energie zu versorgen. Um sich ein Bild zu machen von der Größe, die diese Anlage

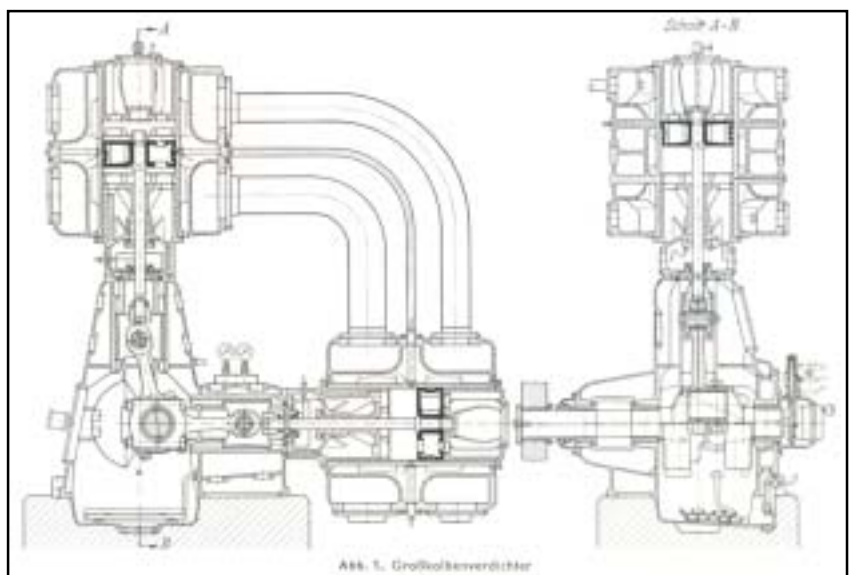


Fig 5 - Grosskolbenverdichter aus 'Taschenbuch für Druckluftbetrieb', FMA POKORNY, Springer Verlag, Berlin, 1954.

mit der Zeit annahm, sei erwähnt, daß in der Blütezeit hier 24.000 PS installiert waren. 1891 konstruierte Prof. Riedler hierfür den ersten großen zweistufigen Kompressor. Sogar Dynamomaschinen wurden damit angetrieben, um elektrische Energie für die Beleuchtung zu erzeugen. Gleichzeitig war eine ähnliche Anlage auch in Birmingham und später in Offenbach am Main durch Brown Boveri entstanden. 1865 wurde die **Druckluft-Rohrpost-anlage in Paris** gebaut. Wien und Berlin folgten in den Jahren 1874/75. Sogar **Straßenbahnen** wurden mit Druckluft betrieben, z. B. 1883 in Nantes mit 45 atü, 1890 in Bern mit 32 atü. Schon in den Jahren 1890/91 erhob sich ein großer Streit über die Wirtschaftlichkeit der Druckluft als Energieträger in Konkurrenz mit der Dampf- und Gasmaschine und der Elektrizität. Heute ist es klar, daß mit der **Entwicklung der Elektrizität**, als einfachste und wirtschaftlichste Energieübertragung, diese Druckluftanlagen auf die Dauer keinen Bestand haben konnten. Andererseits fand aber die Druckluft andere Verwendungszwecke, die sie zu einer machtvollen Entfaltung brachten, wobei sie durch keinen anderen Energieträger voll ersetzt werden kann. Wir denken in erster Linie an die **Druckluftwerkzeuge**. Auch diese haben heute eine Entwicklung von über 100 Jahren hinter sich. Die Amerikaner erkannten bald die großen Vorteile, die die Herstellung und Be-

nutzung von Druckluftwerkzeugen boten, und nahmen um 1880 die Serienfertigung geeigneter Apparate auf.

Mit bewährtem Unternehmmergeist und großen Absatzmöglichkeiten in eigenen Lande setzten sie den ursprünglich europäischen Gedanken in die Tat um. 1890 wird schon berichtet, daß eine amerikanische Firma bereits Tausende von Druckluftwerkzeugen ausgeliefert habe. Da in Europa zunächst keine nennenswerte Konkurrenz vorhanden war, führten sich die amerikanischen Fabrikate trotz der sehr hohen Preise auch in Europa ein.

Um 1900 richtete die **Flensburger Schiffswerft** den ersten größeren Druckluftbetrieb ein. Rasch drang jetzt die Druckluft in fast alle Gebiete der weiterverarbeitenden Industrie, in Groß- und Kleingewerbe ein, und ihre Verwendung nahm sehr rasch zu.



Fig 6 - 'Macchine Pneumofore' bedeutete lange auf italienisch 'Luftkompressoren', aus 'Manuale dell'Ingegnere', von Hoepli, Milano, 1929.

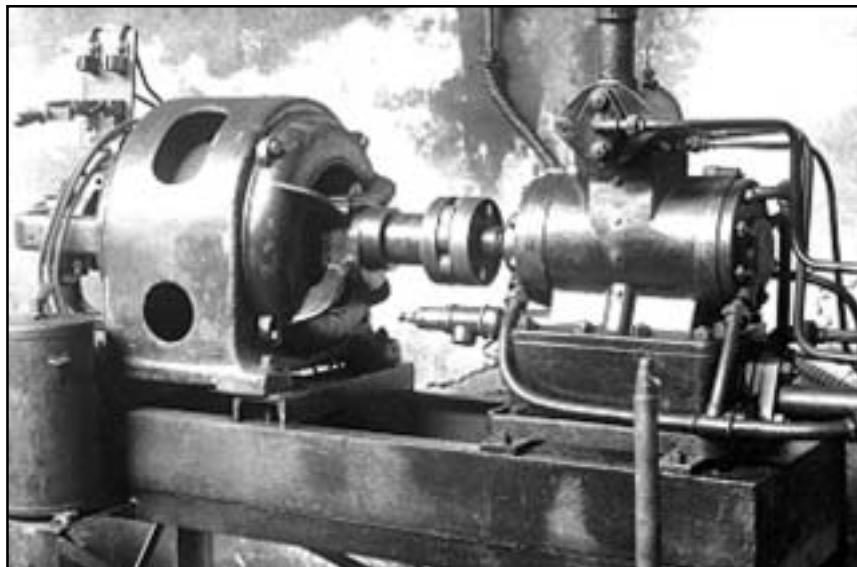


Fig 7 - Der erste einstufige Rotationskompressor mit Oleinspritzung aus dem Jahre 1927, Pneumofore mod. A12, 25 HP, 7 atü.

Bisher war nur die Rede von Kolbenkompressoren, um 1900 wurden welche gebaut bis 25.000 m³/h Saugleistung. Erst nach dem ersten Weltkrieg ging man bei den Kompressoren von der liegenden zur stehenden Bauart über und es bestand bereits der Trend die Wasserkühlung mit Luftkühlung zu ersetzen sowie den Energieverbrauch zu verringern. Erst um 1927 wurde der erste einstufige Rotationskompressor mit Oleinspritzung vom Gruender der Pneumofore, Jakob Hilfiker, in Turin gebaut (siehe Fig. 7).

Die Tradition hat sich gut erhalten, heute baut Pneumofore die Luftkompressoren und Vakuumpumpen mit geringstem Stromverbrauch. Diese und weitere Eigen-

schaften machen die Pneumofore Einheiten zu den anerkannten 'Lowest Life Cycle Cost' Luftkompressoren, deutlich bestätigt durch die einzigartige 5 Jahres Garantie.

Daniel Hilfiker hat in Zürich an der ETH Maschinenbau studiert und ist heute Geschäftsleiter der Pneumofore in Turin. Er repräsentiert die dritte Generation von schweizer Ingenieure der Pneumofore in Turin. D. Hilfiker ist zurzeit President der Italienischen Vereinigung von Luftkompressoren- und Pumpenhersteller COMPO in ANIMA, er ist ebenfalls in der europäischen Organisation Pneurop stark tätig.

Pneumofore

Rotary vane machines since 1923



Unsere vier Abteilungen:

- Pneumofore Vacuum**
- Pneumofore Air**
- Pneumofore Turbo**
- Pneumofore Service**

7/10de - Apr 2002