

# Monatliche Mittheilungen

aus dem

# Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

Organ des Naturwissensch. Vereins des Reg.-Bez. Frankfurt.

Herausgegeben

von

**Dr. Ernst Huth.**

Man abonniert bei allen Buchhandlungen.

Abonnementspreis jährlich 4 Mark.

Die Mitglieder des Naturw. Vereins er-

halten die „Monatl. Mittheil.“ gratis.

**Inhalt. Originalarbeiten:** Ludwig: Kraftübertragung durch Druckluft. — Höck: Heimath der angebauten Gemüse. — Dressler: Rückblick auf die Witterung des Jahres 1889. — Zacharias: Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft. (Schluss.) — Monatsübersicht der meteorolog. Beobachtungen für Monat Dezember. — **Naturwissenschaftliche Rundschau.** Zoologie. Auslothung und Kartirung des Gr. Plöner See's. — Beitrag zur Kenntniss vom Lebensalter der Insecten. — Botanik. Ueber die Pilzsymbiose der Leguminosen. — Physiologie: Observation sur la maladie phosphorescente des Talitres. Hygiene: Praktischste Methode, Abfallstoffe zu desinficiren. — Vereinsnachrichten. — Aufruf und Bitte. — Anzeigen.

## Kraftübertragung durch Druckluft.

Von Gymnasiallehrer Ludwig.

Im Laufe der letzten Jahre ist in Paris ein technisches Unternehmen entstanden, das in hohem Grade die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gelenkt hat: die Anlage des Ingenieurs Popp zur Versorgung von Paris durch Druckluft.\*) Im November vorigen Jahres hat ein Konsortium, an dessen Spitze die Berliner Diskontogesellschaft steht, das Recht der Ausbeutung der Popp'schen Patente in sämmtlichen europäischen und ausser-europäischen Ländern gekauft. Die Anlagen in Paris haben im letzten Jahre einen Verdienst von circa 1,200 000 Fr. ergeben; dieser ist schon auf das neue Unternehmen übergegangen. Dem Vernehmen nach wird das Konsortium in Deutschland zur Verwerthung des Patents eine Aktiengesellschaft gründen.\*\*\*) Mit zahlreichen Städten sollen bereits Unterhandlungen wegen Anlage von Centralstationen zur Kraftübertragung durch Druckluft

\*) Vergl. Riedler, Die Kraftversorgung von Paris durch Druckluft. Berlin. Gärtner. 1889.

\*\*) Die Konstituierung der „Internationalen Popp'schen Druckluft- und Elektrizitäts-Gesellschaft“ ist inzwischen erfolgt. Das Grundkapital beträgt 30 Millionen Mark.

angeknüpft sein und wir werden daher voraussichtlich in der nächsten Zeit auch in Deutschland viel von Druckluft hören.

Bei den Anlagen zur Kraftübertragung durch Druckluft wird in den ausserhalb der Stadt gelegenen Centralstationen durch mit Dampf betriebene Kompressionspumpen Luft stark komprimirt, diese Luft wird durch Röhrenleitungen nach der Stadt geführt und treibt hier an den verschiedensten Orten Maschinen mannigfacher Art, grosse und kleine, sie bewegt Maschinen von fünfzig und hundert Pferdekraften, sie dient auch als Betriebskraft für Nähmaschinen, ja selbst für Kaffeemühlen. Sie hebt die Aufzüge für wenig Geld bis in die höchsten Stockwerke der Häuser, sie befördert die Rohrpostbriefe, sie treibt das Bier aus dem Keller an den Schänktisch. Dies klingt sehr einfach, so dass jeder Unbefangene, d. h. jeder der die Schwierigkeiten, die bei derartigen Anlagen auftreten, nicht kennt, sich nur darüber wundert, dass die Kraftübertragung durch komprimirte Luft nicht schon längst allgemein im Gebrauch ist. Aber alle bisherigen Versuche mit Druckluftmaschinen haben in Folge gewisser, in der Natur der Gase begründeter Schwierigkeiten ein sehr ungünstiges Ergebniss geliefert, von der bei der Kompression verbrauchten Arbeit konnte ein so geringer Theil wiedergewonnen werden, dass an eine Verwendung von komprimirter Luft im Grossen nicht zu denken war. Ausserdem traten bei den Maschinen bisherigen Systems noch verschiedene Unbequemlichkeiten auf, die auch geeignet sind, den Betrieb zu stören. Druckluftmaschinen sind bisher nur an Orten verwendet, an denen die Aufstellung einer Dampfmaschine völlig unmöglich war, namentlich bei Tunnelbauten und in Bergwerken. Man hat hier ihre unbequemen Eigenschaften und den grossen Kraftverlust mit in den Kauf nehmen müssen, weil man für diese Zwecke keine bessere Kraftquelle kannte.

Eine wesentliche Ursache des geringen Wirkungsgrades dieser Maschinen liegt in dem Verhalten der Luft bei der Kompression. Wird ein Gas, also auch ein Gemenge von Gasen, wie die atmosphärische Luft, auf ein geringeres Volumen gebracht, so bleibt seine Temperatur nicht dieselbe, sondern nimmt zu. Die bei der Kompression aufgewendete Arbeit wird in Wärme verwandelt. Letztere geht auf dem Wege von der Centralstation nach dem Orte, an dem die Druckluft verwendet werden soll, unfehlbar verloren. Die Luft giebt die Wärme an die Leitungsröhren und diese an ihre Umgebung ab,

sie hat bald die Temperatur ihrer Umgebung angenommen. Vermeiden lässt sich dieser Kraftverlust nicht, da es nicht möglich ist, ein Gas zu komprimiren, ohne dass Wärme entsteht, wohl aber lässt er sich durch geeignete Vorrichtungen auf ein geringeres Mass reduzieren. Ferner lässt sich auch die von der Luft bei der Ausdehnung geleistete Arbeit erheblich vergrössern.

Der Cylinder der Kompressionspumpe steht durch eine Oeffnung mit der Atmosphäre, durch eine zweite mit der nach der Stadt führenden Druckluftleitung in Verbindung. Erstere ist mit einem Saugventil, letztere mit einem Druckventil versehen. Beim Zurückgehen des Kolbens wird eine gewisse Luftmenge durch das Saugventil in den Cylinder aufgenommen. Diese wird bei der Vorwärtsbewegung des Kolbens komprimirt. Wird der Druck der in dem Cylinder befindlichen Luft grösser als der in der Stadtleitung herrschende, so öffnet sich das Druckventil und die Luft wird durch den Kolben in die Leitung geschoben. Die Arbeit, die bei dem ganzen Vorgang von der Dampfmaschine zu leisten ist, lässt sich mit Hülfe der höheren Mathematik leicht berechnen. Nach den Gesetzen der mechanischen Wärmetheorie hat sie nicht unter allen Umständen den gleichen Werth.

Wie schon bemerkt, erwärmt sich die Luft während der Kompression, die Verdichtung geschieht, sofern der Luft keine Wärme entzogen wird, bei steigender Temperatur. Könnte man die Luft bei konstanter Temperatur komprimiren, so würde eine nicht unerheblich geringere Arbeit genügen, um den gleichen Effekt zu erzielen, d. h. um die in den Cylinder aufgenommene Luft auf den in der Leitung herrschenden Druck zu bringen und aus dem Cylinder zu entfernen. Es ist daher mit Rücksicht auf den Nutzeffekt der Anlage praktisch, die Kompressionswärme möglichst bald nach ihrer Entstehung zu vernichten und die Temperatur während der Verdichtung möglichst konstant zu erhalten. Diesen Zweck sucht man durch Einspritzen von Kühlwasser in die Kompressoren zu erreichen.

Die Abkühlung der Luft ist auch aus einem andern Grunde nothwendig. Wenn die Luft mit einer Temperatur von  $26^{\circ}$  C in die Kompressoren eintritt, so würde die Endtemperatur nach der Verdichtung auf 6 Atmosphären, wenn gar nicht gekühlt wird,  $220^{\circ}$  C. betragen; wenn die Luft, wie bei der Pariser Anlage, auf 7 Atmosphären komprimirt wird, würde man sogar

253° C erhalten.\*) Diese Erhitzung würde auf die Dauer für die Maschinen sehr nachtheilig sein und ist auch aus andern Rücksichten nicht zulässig.

Bei den Pariser Kompressoren, soweit sie im Anfang vorigen Jahres in Betrieb waren, sind die Kühlvorrichtungen noch sehr unvollkommen. Das Wasser mischt sich erst nach der Verdichtung, hauptsächlich beim Durchgang durch das Druckventil, mit der Luft, und der zuerst genannte Zweck, die Verringerung der Maschinenarbeit, wird daher noch nicht erreicht. Nach den Versuchen von Prof. Radinger aus Wien ist die Arbeit nur ganz unerheblich von derjenigen verschieden, die zu leisten wäre, wenn ganz ohne Kühlung gearbeitet würde. Auch dem andern Zweck der Kühlung, der Entfernung der Wärme, wird nur sehr unvollkommen entsprochen, denn die Luft verlässt die Kompressoren noch mit einer Temperatur von 55—60°.

Bei den neuen Maschinen, die die Gesellschaft John Cocquerill in Seraing für die Pariser Anlagen gebaut hat, wird von Seiten der Fabrik eine Erwärmung von höchstens 15° C. garantirt.\*\*\*) Eine Verdichtung bei völlig gleich bleibender Temperatur ist auch bei den besten Kühleinrichtungen nicht möglich. Nach dem Urtheil des Prof. Riedler lässt sich aber während der Kompression der Luft so viel Wärme entziehen, dass die Maschinenarbeit in der Mitte liegt zwischen der Arbeit, die zu leisten ist, wenn gar nicht gekühlt wird, und zwischen derjenigen, die einer Kompression bei konstanter Temperatur entspricht. Dieser Gewinn ist bei einer grossen Anlage schon sehr wesentlich.

Bisher ist angenommen, dass die Luft beim Eintritt in den Kompressor dieselbe Temperatur hat wie an dem Ort ihrer Verwendung. Dies trifft selbstverständlich im Allgemeinen nicht zu und dieser Umstand kann, wie nach den vorhergehenden Ausführungen leicht einzusehen ist, einen wesentlichen Einfluss auf die Grösse der Arbeit ausüben. Nach den Versuchen von Radinger war, um in einer Stunde 2940 cbm Luft auf 7 Atmosphären zu verdichten, ein Effekt der Kompressoren von 296

---

\*) In Paris herrscht in der Stadtleitung ein Druck von 6 Atmosphären. Die Luft muss aber auf 7 Atmosphären komprimirt werden, weil die Druckventile so schwer sind, dass ein Ueberdruck von 1 Atmosphäre erforderlich ist, um dieselben zu heben.

\*\*) Eine dieser Maschinen war auf der Pariser Weltausstellung ausgestellt.

Pferdekräften erforderlich, wenn die Temperatur der angesaugten Luft  $26^{\circ}$  C. betrug. Die Luft an den Verwendungsstellen hatte eine Temperatur von  $17^{\circ}$  C. Wäre dies auch die Temperatur der Luft bei ihrem Eintritt in den Kompressor, so würde die Kompressorarbeit um 3 % geringer ausfallen, es würde eine Arbeitsleistung von 287 Pferdekräften genügen, um denselben Effekt zu erreichen. Hätte die angesaugte Luft  $0^{\circ}$ , so würde die Ersparniss nahezu 9 % betragen. Es wäre demnach möglich, einen erheblichen Gewinn an Arbeitskraft zu erzielen, wenn man die Luft vor dem Eintritt in den Kompressor abkühlen könnte. Ob dies praktisch mit geringen Kosten durchführbar ist, ist eine andere Frage. Unter Umständen wird man bei der Anlage des Maschinenhauses auf den Vorzug kalter Luft Rücksicht nehmen können.

Auch der Druck, unter dem die angesaugte Luft steht, hat Einfluss auf die Kompressorarbeit. Sie fällt um so geringer aus, je grösser der anfängliche Druck der Luft ist. Es würde daher vortheilhaft sein, die Centralanlage an einem möglichst tiefen Punkt anzulegen, doch üben die gewöhnlich verfügbaren Höhenunterschiede keinen wesentlichen Einfluss auf die Grösse der Arbeit aus.

Aus einem andern Grunde ist eine tiefe Lage der Anlage viel wesentlicher. Der Verbrauch an Wasser, namentlich für die Kondensatoren der Dampfmaschinen, ist ziemlich bedeutend. Es muss darauf Rücksicht genommen werden, dass Wasser in genügender Menge kostenlos vorhanden ist. Diese Rücksicht ist bei der Pariser Anlage ausser Acht gelassen. Die Centralstation muss ihren Wasserbedarf aus der städtischen Leitung decken. Um die erheblichen Kosten zu verringern — allein für den Kondensationsbetrieb waren über 300 Kubikmeter täglich nöthig — ist ausserhalb des Maschinenhauses möglichst dem freien Luftzuge ausgesetzt ein grosses Gradierwerk angelegt. Das gebrauchte Kondensationswasser wird durch die Dampfmaschinen auf die Höhe des Gradierwerks gehoben, tropft herab und wird durch den Luftzug soweit abgekühlt, dass es von Neuem verwendet werden kann. Das Kühlwasser der Kompressoren, das, wie oben bemerkt, eine Temperatur von gegen  $60^{\circ}$  hat, dient zur Speisung der Dampfkessel, es wird somit ein Theil der Kompressionswärme wieder nutzbar gemacht.

Aus den Kompressoren gelangt die Luft in acht grosse Blechwindkessel von je 32,5 Kubikmeter Inhalt. Diese dienen

zur Aufspeicherung der Druckluft, zur Druckausgleichung und zur Ausscheidung des mitgerissenen Kühlwassers. Ausserdem soll ein grosser unterirdischer Druckluftbehälter von 12000 Kubikmeter Inhalt angelegt werden. Es wird ein Schachtrohr von 80 Meter Länge und 1 Meter Durchmesser eingesenkt und von diesem aus wird ein Stollen von 12000 Kubikmeter Inhalt getrieben. Die Wände desselben werden luftdicht ausgemauert und mit Blei verkleidet. Der Stollen wird mit Wasser gefüllt, so dass die eingepumpte Luft das Wasser verdrängen muss und unter dem Druck von circa 8 Atmosphären steht. Durch ein derartiges grosses Luftreservoir wird die Arbeit der Maschinen in der Centralstation vollständig unabhängig von dem grösseren oder geringeren Luftverbrauch in der Stadt. Dieser wechselt sehr mit den Tageszeiten. Am grössten ist er im Winter in der Zeit von 5—7 Uhr Nachmittags, weil dann zugleich Betriebskraft für die Beleuchtungsanlagen und für die Werkstätten nöthig wird. Im vorigen Februar wurden von 6—7 Uhr Nachmittags circa 22000 Kubikmeter verbraucht, am Vormittag nur etwa die Hälfte pro Stunde, von 12—1 Uhr circa 6000 Kubikmeter, während nach 2 Uhr Nachts der Bedarf auf circa 3000 Kubikmeter fiel, wenn nicht gerade aussergewöhnliche Ereignisse, wie z. B. ein Opernball (2. Februar) eine Mehrleistung bedingten. Die Maschinen können, sobald ein grösseres Reservoir vorhanden ist, am ganzen Tage gleichmässig angestrengt arbeiten. Der Ueberschuss vom Vormittag lässt sich ohne grosse Kosten und ohne wesentlichen Kraftverlust aufspeichern. Der Mehrbedarf am Nachmittag wird dann aus dem am Vormittag oder in der Nacht angesammelten Vorrath gedeckt. Hierdurch wird eine wesentliche Vereinfachung des Betriebes erzielt. Auch wird der Luftverbrauch in der Stadt unabhängig von etwaigen Betriebsstörungen in der Centralanlage. In der Möglichkeit, grosse Mengen Arbeitskraft mit verhältnissmässig einfachen Mitteln aufzuspeichern, liegt ein grosser Vortheil der Druckluft vor anderen Kraftübertragungen. Trotz der Verbesserung, die die Akkumulatoren in der letzten Zeit erfahren, dürfte der elektrische Betrieb in dieser Beziehung ungünstigere Resultate ergeben.

Zur Leitung der Luft nach der Stadt dienen gusseiserne Röhren von 30 cm Durchmesser. Diese sind zum grossen Theil in den grossen gemauerten und bequem gangbaren Abzugskanälen angebracht, in denen ausserdem die Wasserleitungsröhren, Rohrpost, Kabel und Telephonleitungen liegen, zum

geringeren Theil sind sie in die Erde gelegt. Die Kosten für das Legen der Leitung waren im letzteren Fall eher noch etwas geringer als im ersteren, doch dürften etwaige Reparaturen mehr Kosten und Umstände verursachen. (Schluss folgt.)

## Heimath der angebauten Gemüse.

Von Dr. F. Höck.

In früheren Jahrgängen dieser Zeitschrift (Bd. 3 und 4) wurde eine Zusammenstellung der ihrer Samen wegen gebauten Pflanzen (Getreidearten und Hülsenfrüchte) nach ihrer Heimath geliefert, um an der Hand derselben ihren Einfluss auf die Kultur zu zeigen, im vorigen Jahre habe ich eine gleiche Arbeit über die ihrer essbaren Früchte wegen angebauten Pflanzen, die Obstarten (im weiteren Sinne) in der „Natur“ (Nr. 35, p. 417—420) geliefert. Es lag daher nahe, auch für die letzte Gruppe von Nährpflanzen, die ihrer vegetativen Theile wegen gebauten Arten, die ich der Kürze halber als Gemüse zusammenfasse, eine ähnliche Zusammenstellung zu machen. Selbstverständlich werden dabei die nur als geringe Zusätze zu Speisen benutzten Gewürzarten<sup>1)</sup> ausgeschlossen.

Fassen wir den Begriff Gemüse in dem eben angegebenen Sinne, so lassen sich leicht zwei Gruppen derselben unterscheiden, nämlich solche, bei denen oberirdische Bestandtheile gegessen werden, und solche mit essbaren unterirdischen Theilen. Die letzteren werden passend als Erdgemüse zusammengefasst, im Gegensatz hierzu möchte ich erstere kurz als Uebererdgemüse<sup>2)</sup> bezeichnen, da beide Gruppen, wie im Folgenden dargelegt werden soll, kulturell von verschiedener Bedeutung sind.

Uebererdgemüse oder, wie man gewöhnlicher sagt, Stengel- und Blattgemüse fehlen wohl kaum irgendwo auf der Erde ganz. Dass sie sogar in kalten Ländern, z. B. in Island zu finden sind, wurde schon von mir hervorgehoben in meiner

<sup>1)</sup> Es war oft nicht leicht, mit Sicherheit Gewürze von Gemüsen zu scheiden, doch habe ich hier nur die Pflanzen aufgenommen, von denen mit Bestimmtheit die Benutzung als Gemüse, sowie die Kultur in irgend einem Lande nachgewiesen ist. Die benutzte Litteratur findet sich in den von mir bearbeiteten Referaten über Pflanzengeographie des „Botanischen Jahresberichts“.

<sup>2)</sup> Der Name Luftgemüse, der noch kürzer wäre, wollte mir noch weniger als dieser auf den ersten Blick vielleicht etwas sonderbar klingende, aber immerhin kurze und den Gegensatz hervorhebende Ausdruck gefallen.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Helios - Abhandlungen und Monatliche Mittheilungen aus dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [7\\_1890](#)

Autor(en)/Author(s): Ludwig Ph.

Artikel/Article: [Kraftübertragung durch Druckluft 241-247](#)