

Luftpuffer.

Die Wirkung des Luftpuffers: die Luftverdichtung während des Druckhubes jedes Pumpenkolbens zum Zweck der Massenverzögerung und Wiederausdehnung der Luft beim nächsten Saughube, war eine vollständig entsprechende. Die Erwärmung durch die Luftverdichtung war geringfügig; die Puffercylinder waren im Dauerbetrieb handwarm.

Bei der Erprobung der Pumpe mit ausgeschaltetem Luftpuffer (offenem Cylinderdeckel und herausgenommenem Regulirkolben) ergab sich der Gang der Pumpe jedoch ebenso ruhig als mit eingeschaltetem Luftcylinder. Ein Arbeitsverlust durch den Luftpufferbetrieb war bei der geringen Kompressionsspannung nicht nachzuweisen. Die am Luftcylinder mit dem gewöhnlichen Indikator abgenommenen Diagramme zeigen keine Arbeitsfläche. Kompressions- und Ausdehnungslinie fallen zusammen.

1. Betrieb mit Luftpuffercylinder.

Umdrehungen min.	Elektromotor				Pumpe		
	Volt × Amp.	Watt 736	Elektr. Wirksgr. %	Abgegeb. PS.	Gesamt- förderhöhe m	PS	Me- chan. Wir- kungs- grad %
120	87 · 354	41,8	86	36,0	181,8	27,6	76,7
120	86 · 260	30,4	86	26,1	182,8	18,6	71,1

2. Betrieb ohne Luftpuffercylinder.

120	90 · 343	40,8	86	35,2	180,8	27,5	78,2
120	76 · 290	30,0	86	25,8	120,8	18,4	71,3

Windkessel-Füllvorrichtung.

Es waren Ausrüstungen vorhanden, um die Luft nach Bedarf in den Saugwindkessel nachzufüllen oder daraus abzusaugen und nach Bedarf Druckluft in den Druckwindkessel nachzufüllen oder daraus abzulassen.

Die einfachen Schnüffelventile an den Saugwindkesseln funktionirten gut. Der Wasserstand im Saugwindkessel konnte im Betriebe bei nicht zu grosser Saughöhe leicht in der gewünschten Höhe erhalten werden. Die Füllung des Druckwindkessels durch die Schnüffelventile war hingegen unmöglich, da Luft und Wasser im Pumpenraum bei den hohen Betriebsgeschwindigkeiten derart durcheinander gemengt wurden, dass die Luft absorbiert und aus dem Windkessel durch das Wasser mit fortgenommen wurde. Betrieb ganz ohne Luft im Druckwindkessel wurde wiederholt durchgeführt, und es ergaben sich wohl infolge der unter 120° versetzten drei Kurbeln keine nennenswerthen Druckschwankungen.

Das Anlassen der Pumpen ergab keine Schwierigkeiten, auch wenn es rasch erfolgte.

Das Füllen der Pumpenkörper und zum Theil der Druckwindkessel erfolgte durch Oeffnen der Umlauf-

ventile vom Saugkasten aus, bei Betrieb mit Saughöhe durch Absaugen der Luft aus den Pumpen vermittelt des Ejektors.

Das Triebwerk der Pumpe funktionirte gut und giebt zu keinen Bemerkungen Anlass.

Zusammenfassung.

Das Untersuchungsergebniss kann dahin zusammengefasst werden, dass die Pumpe bis zu 300 Umdrehungen minutlich und mit Saughöhen bis 3,5 m tadellos betrieben werden konnte, dass aber bei richtiger Bemessung der Wasserwege eine weitere Steigerung der Geschwindigkeit und der Saughöhe bis etwa 5 m erreicht werden kann, und dass die neue Pumpenkonstruktion in allen Theilen diesen ungewöhnlich hohen Betriebsgeschwindigkeiten auch im Dauerbetrieb vollständig entsprechen kann.

3. Erprobung der grossen Versuchspumpe Mansfeld.

Die Pumpe wurde wegen des durch den Neubau verursachten Raummangels im Laboratorium auf einem Holzrost aufgebaut. Die Fundirung war mangelhaft und es konnte starkes Schwingen der ganzen grossen Pumpe bei raschem Gang nicht vermieden werden. Doch ergab sich daraus keine nennenswerthe Schwierigkeit.

Der Antrieb der Pumpe erfolgte, weil die grossen Dampfmaschinen des Laboratoriums nicht verfügbar waren, durch eine kleine stehende Verbundmaschine, die mit 9 bis 10 Atm. Einlass-Dampfdruck und mit einer Umlaufgeschwindigkeit bis 200 Umdrehungen minutlich betrieben werden konnte und mit der Welle der Pumpe unmittelbar gekuppelt wurde. Auf der Pumpenwelle war ein kleines Schwungrad angebracht.

Da diese Dampfmaschine für den Antrieb der grossen Pumpe zu schwach war, wurde auf der Pumpenwelle eine Riemenscheibe angebracht, sodass die Pumpe durch Riemenübersetzung von einem Elektromotor allein oder zugleich von der Dampfmaschine angetrieben werden konnte. Auf diese Weise wurden die Versuche durchgeführt, welche grösseren Kraftaufwand verursachten.

Für die Versuche wurde ein Behälter von etwa 1 cbm Inhalt aufgestellt, in den die Druckleitung das Wasser ausgoss und aus dem die Saugleitung wieder ansaugte, sodass die Drosselung im Saugrohr zur Veränderung der Saughöhe unabhängig von der Druckspannung nach Bedarf hergestellt werden konnte. Das Anlassen der Pumpe und die Regulirung des Wasserstandes im Saugwindkessel erfolgte durch einen Dampf-ejektor.

Die Versuche mit dieser grossen Pumpe konnten, da die Betriebskraft beschränkt war, nur mit geringem Wasserdruck durchgeführt werden. Zweck der Ver-

suche war: die Feststellung der Saugwirkung bei verschiedenen Saughöhen und insbesondere des Verhaltens der Pumpenventile.

Die Saugventile waren ähnlich den der Leopoldshaller Pumpen; die Druckventile hingegen konzentrisch angeordnete sehr leichte Metallringventile, welche durch Gummiringe, als Federn und zugleich als Stulpabdichtungen dienend, überdeckt waren.

Insbesondere waren die Wirkung der Ventilsteuerung sowie verschiedene Ventilformen und Dichtungen: Ringventile aus Hartgummi, Ventile mit Holzdichtung und mit Lederstulpen und Metallventile, zu erproben.

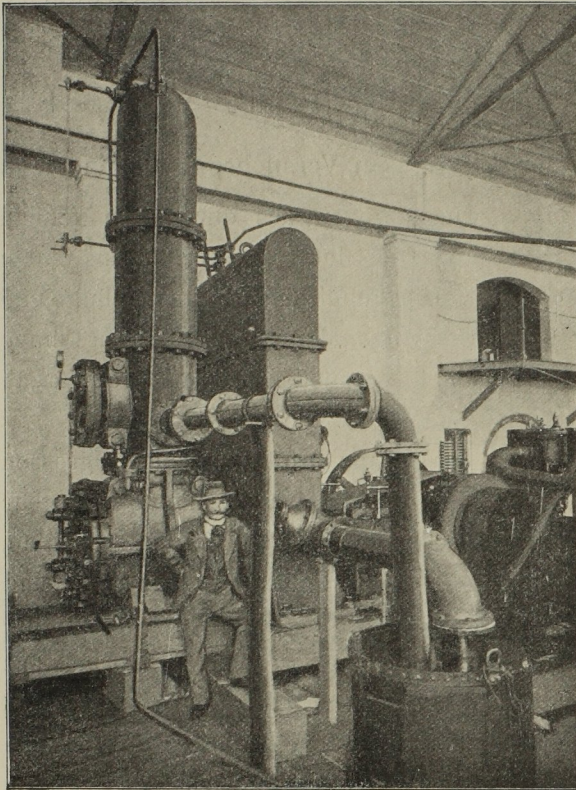


Abb. 44.

Bei den ersten Versuchsreihen wurde mit 2 m Saugwiderstand gearbeitet und Antriebsgeschwindigkeiten bis 230 Umdrehungen minutlich erreicht. Mehr konnte durch die Antriebsmotoren nicht erzielt werden. Jedoch war bei allen Versuchen eine gewisse Unbeständigkeit, ein Wechseln des Ganges sowohl in der äusseren Erscheinung wie in den Diagrammen bemerkbar. Zeitweilig lief die Pumpe auch bei den höchsten Geschwindigkeiten tadellos, zeitweilig zeigte sich plötzliches Wechseln der Geschwindigkeit.

Die Ursache dieser Unregelmässigkeiten konnte nicht in der Pumpe und ihren Ventilen, sondern musste in der für die grosse Pumpe unzureichenden Wasserbeschaffung gesucht werden. In dem kleinen Zwischenbehälter entstanden bei raschem Gang der Pumpe so starke Wasserwirbel, dass die aus dem Druckwindkessel mitgerissene Luft sich nicht ausscheiden konnte und

selbst neue Luft aus dem Saugbehälter mitgerissen wurde.

Es wurde deshalb ein grosser Zwischenbehälter von ca. 16 cbm Inhalt eingebaut, sodass das vom Druckrohr ausgiessende Wasser den grössten Theil der Luft ausscheiden konnte. Damit waren alle Schwierigkeiten beseitigt, der Pumpengang wurde regelmässig, die Pumpe war immer voll gefüllt und die Diagramme wurden gleichmässig.

Bei diesem befriedigenden Betriebszustande wurde ermittelt: das Verhalten der verschiedenen Ventilformen,

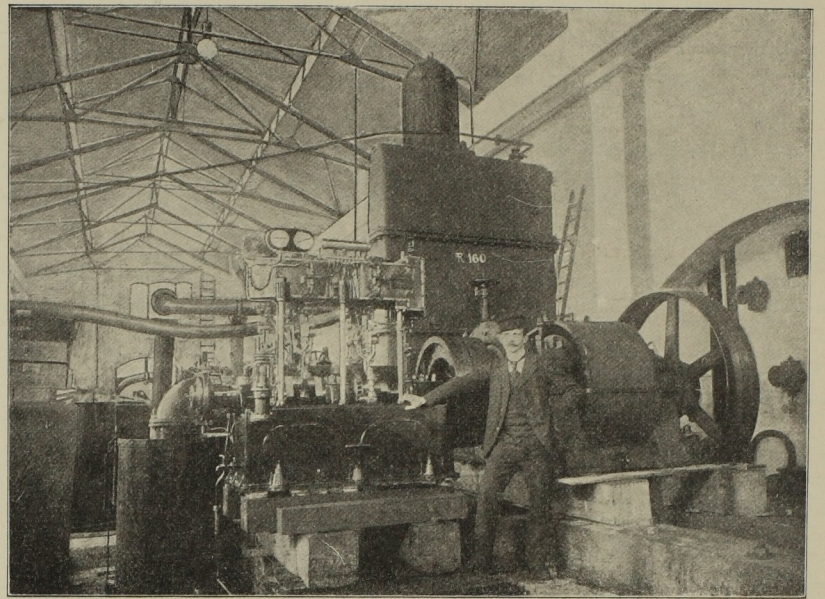


Abb. 45.

Abb. 44 u. 45. Wasserhaltungspumpe für die Mansfelder Kupferschieferbauende Gewerkschaft, aufgestellt im Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule zu Berlin.

die Einstellung ihrer Steuerung und der volumetrische Wirkungsgrad.

Bei Erprobung der Steuerung stellte es sich heraus, dass der ruhigste Gang erzielt wurde, nicht wenn der Steuerkopf das Ventil im Kolbenhubwechsel oder schon vorher völlig schloss und die Gummifeder auf dem Steuerkopf entsprechende Vorspannung besass, sondern wenn die Ventile dem Sitz nur genähert und ein geringer nicht gesteuerter freier Ventillhub gelassen wurde.

Es ist wahrscheinlich, dass bei dem niedrigen Wasserdruck, unter dem diese grosse Pumpe erprobt wurde, das Saugventil durch die Steuerung wieder vom Sitz entfernt wurde, weil der Steuerkopf und das Ventil durch das kräftige Anpressen mit einer Kraft aneinander hafteten, die hinreichte, das gering belastete Ventil vom Sitz wieder abzuheben. Hierdurch würde sich auch

erklären, dass bei vielen Vorversuchen das Spiel der Saugventile unregelmässig war. Bei voller Belastung der Pumpe oder bei solcher Anordnung des Steuerkopfes, dass ein Anhaften vermieden wird, wird dies nicht eintreten können.

Bei 3 mm ungesteuertem Spielraum und gleichzeitiger Drosselung in der Saugleitung wurde der volumetrische Wirkungsgrad durch unmittelbare Messung des geförderten Wassers in 2 grossen Behältern bestimmt. Das Ergebniss zeigt folgende Zusammenstellung:

Nr. des Versuchs	Mittlere Umdrehungszahl	Höchste Umdrehungszahl	Saughöhe Meter	Volumetr. Wirkungsgrad %
1	120	132	2,6	96,0
2	136	144	3,8	95,8
3	140	144	5,9	95,5
4	140	160	(7,0)	(78,8)

Bei den Versuchen 1—3 war der Gang der Pumpe vollständig ruhig. Bei Versuch 4 trat starkes Schlagen der Ventile ein. Die Saughöhe war zu gross, die Pumpe konnte nicht mehr vollgefüllt werden.

Eine weitere Versuchsreihe ergab Aufschluss über die Saughöhe und den Lieferungsgrad bei Geschwindigkeiten von minutlich 100—200 Umdrehungen:

Nr. des Versuchs	Mittlere Umdrehungszahl	Höchste Umdrehungszahl	Saughöhe Meter	Volumetr. Wirkungsgrad %
5	100	108	0,85	94,5
6	104	112	4,0	94,7
7	128	140	4,0	96,4
8	136	145	2,4	97
9	140	152	4,0	96,7
10	160	184	4,0	97,3
11	172	184	3,0	98,7
12	176	180	4,0	97,3
13	188	200	3,1	98,1
14	192	212	3,1	98,1
15	196	216	4,0	97,6

Die Steuerung war auf $4\frac{1}{2}$ mm ungesteuerten Spielraum eingestellt, sodass sich das Ventil erst nach dem Hubwechsel schliessen konnte und der volumetrische Lieferungsgrad sich niedriger als bei geringerem Spielraum im Todtpunkte ergeben musste. Der Gang der Pumpe war aber bei allen Versuchen befriedigend und geräuschlos. Der Lieferungsgrad nahm mit der Geschwindigkeit zu und war auch bei den höchsten Betriebsgeschwindigkeiten sehr befriedigend.

Um diese Thatsache weiter zu prüfen, wurde eine dritte Versuchsreihe durchgeführt (Versuch 16—33). Auch bei diesen Versuchen war der Gang der Pumpe vollständig zufriedenstellend, die Pumpe immer vollgefüllt, das Spiel der Ventile ruhig und vollständig gleichmässig.

Nr. des Versuchs	Mittlere Umdrehungszahl	Maximale Umdrehungszahl	Saughöhe Meter	Volumetr. Wirkungsgrad %
16	104	116	1	94,4
17	125	136	1,5	97,1
18	148	160	1,6	97,6
19	148	160	1,7	97,6
20	160	184	2	98,2
21	188	204	2,2	98,2
22	196	214	2,2	98,3
23	128	140	2,5	95,5
24	172	184	3,0	95,9
25	132	140	1,5	97,1
26	168	180	3,0	95,9
27	116	128	1,4	95,6
28	160	176	2,9	97,1
29	116	130	1,5	96
30	164	176	3,0	96,6
31	120	132	1,5	96,6
32	156	168	3,0	95,6
33	124	132	3,0	96

Die höchste mit den vorhandenen Betriebsmitteln erreichte Geschwindigkeit war 220 Umdrehungen minutlich, wobei die Pumpe bis zu 4 m Saughöhe tadellos lief.

Im übrigen bestätigte die Erprobung dieser grossen Pumpe die Ergebnisse der vorangegangenen Erprobung der Leopoldshaller Pumpe.

Charlottenburg, den 20. März 1899.

gez. **Josse**, Professor,

Vorsteher des Maschinen-Laboratoriums.

