

Abb. 38. Grundriss der Gesamtanlage. Massst. 1:50.

Wasserversorgungsanlage der Tintoria Comense.

Abb. 32—34: Städtisches Wasserwerk in Mailand, gebaut von Franco Tosi in Legnano.

Die Anlage umfasst zwei Pumpengruppen von je 360 cbm stündlicher Leistung, jede durch Elektromotoren angetrieben, welche Strom von 3500 Volt Spannung von der Centrale der Edison-Gesellschaft in Mailand erhalten.

Der Rohrleitungsplan (Abb. 33) bedarf folgender Erklärung: Es stehen je zwei Pumpen einer Gruppe mit einem gemeinsamen Saugwindkessel in Verbindung, welcher im Pumpenraum selbst hinter jeder Pumpengruppe aufgestellt ist. Von den beiden Windkesseln, welche unter sich durch eine abschliessbare Rohrleitung verbunden sind, gehen je drei Saugleitungen nach den Sammelbrunnen. Diese sind in ungefähr 100 m Abstand von einander um den Pumpenraum vertheilt und bestehen aus Röhren von 60 cm lichter Weite, die bis zu einer Tiefe von 60 m eingetrieben sind. Das Grundwasser steigt in den Brunnen bis auf etwa 4 m unter Pumpenkolbenhöhe und kann unmittelbar abgesaugt werden.

Beide Pumpengruppen haben ausser den Druckwindkesseln der einzelnen Pumpen noch einen gemeinsamen Druckwindkessel. Von diesem geht eine einzige Leitung von 500 mm l. W. nach dem städtischen Netze und von dort nach dem Ausgleichs-Hochbehälter. Die Messung des gehobenen Wassers ergab bei 75 Umdrehungen minutlich und 53 m Druckhöhe einen Wirkungsgrad von 97 %.

Das Gesamtbild der Pumpenanordnung und des Antriebes zeigt die Abb. 32.

Abb. 36—38: Wasserversorgung für die Tintoria ed Apparecchiatura Comense in Como, gebaut von Franco Tosi in Legnano.

Das Pumpenhaus liegt 100 m vom Como-See entfernt und wird zwei Pumpmaschinen erhalten, von denen vorläufig eine von 540 cbm stündlicher Leistung aufgestellt ist. Die zweite Maschine wird Ende dieses Jahres in Betrieb kommen.

Die Pumpe wird durch einen Wechselstrommotor angetrieben. Der Strom wird der städtischen Centrale entnommen.

Die Seesaugleitung besteht aus geschweissten Stahlröhren, zwischen welche besondere Gelenkstücke eingeschaltet wurden, sodass sie der wechselnden Bodenbeschaffenheit folgen kann. Das letzte Stück der Seeleitung ist als Saugkorb ausgebildet und wird durch eine Holzkonstruktion vom Boden entfernt gehalten.

Die Druckleitung vom Pumpenraum bis zur Fabrik ist aus Guss-Muffenröhren von 500 mm lichter Weite hergestellt und mündet in einen Hochbehälter aus Beton von circa 110 cbm Inhalt. Die Widerstandshöhe beträgt 20 m.

Allen diesen Anlagen mit Zwischentrieb zwischen Elektromotor und Pumpe haften die Mängel der Zwischenübersetzung an, auch wenn Pumpe, Motor und Zwischentrieb mustergiltig und ihrer Eigenart entsprechend ausgebildet sind. Auch bei hoher Umlaufzahl kostet ein Elektromotor mit der vollständigen Zwischenumsetzung fast ebensoviel als ein Elektromotor, welcher eine mit mässiger Geschwindigkeit laufende Pumpe unmittelbar antreibt.

Der Wirkungsgrad des elektrischen Antriebes wird aber durch den Verlust in der Uebersetzung um mindestens 10 % verringert; bei kleinen und schlechten Ausführungen steigt dieser Verlust sogar bis zu 20 % und bei Seiltrieben manchmal über 25 %.

Die Gesamtkosten einer solchen Anlage mit Zwischenübersetzung sind wegen des viel grösseren Bedarfs an Grundfläche, Gebäude und Fundament durchschnittlich etwa 20 %, bei grossen Anlagen aber bis zu 40 % höher als die von Pumpenanlagen mit unmittelbarem elektromotorischen Antrieb von mässiger Geschwindigkeit. Dazu kommt dann die Vermehrung der Betriebskosten wegen der Verluste in der Zwischenübersetzung und wegen der Instandhaltung der Theile dieses Zwischentriebes.

Es ist daher immerhin ein Fortschritt, wenn die Pumpen, die mit 80—100 Umdrehungen minutlich laufen, durch Elektromotoren unmittelbar angetrieben werden. Die Anlage- und Betriebskosten vermindern sich in diesem Falle schon erheblich.

Weit grösser wird aber die Ersparniss in den Anlage- und Betriebskosten, wenn raschlaufende, mit 200 und mehr Umdrehungen in der Minute betriebene Pumpen unmittelbar mit Elektromotoren gekuppelt werden.

Seit vielen Jahren ist wiederholt die Anregung an mich herangetreten, eine neue Bauart von Pumpen zu schaffen, welche den eigenartigen Bedürfnissen des elektromotorischen Betriebes entspricht. Die Offertjägerei, das Unterbietungssystem der elektrotechnischen Agenten und auch grosser Firmen von Weltruf und die Ueberhebung, die unerfahrene Elektrotechniker vielfach gegenüber hervorragenden Maschinenfabriken an den Tag legen, hielten mich jedoch von der Mitarbeit ab.

Im Jahre 1897 erhielt ich neuerdings von verschiedenen Seiten die Einladung, eine neue Konstruktion raschlaufender Pumpen für unmittelbaren elektrischen Antrieb zu entwerfen, die insbesondere dem inzwischen dringend gewordenen Bedürfnisse nach raschlaufenden Wasserhaltungsmaschinen entspräche. Ich war bereit, einen dahingehenden Auftrag der Herzoglichen Salzwerks-Direktion in Leopoldshall anzunehmen, zog mich aber wieder zurück, weil bereits Offertverhandlungen zur Erlangung von Pumpenprojekten eingeleitet waren.

Anfang 1898 erhielt ich von der genannten Herzoglichen Salzwerks-Direktion, die durch die Anerbietungen der Elektrotechniker zu brauchbaren Maschinen nicht gelangen konnte, den Auftrag, den Entwurf von drei unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen selbständig und unabhängig von den Offertverhandlungen durchzuführen. Es ist das Verdienst dieser Direktion, das Bedürfnis nach einer völlig neuen, den besonderen Anforderungen des elektromotorischen Betriebes entsprechenden Wasserhaltungsmaschine richtig erkannt und durch ihr entschiedenes Vorgehen die Anregung zu einem wesentlichen Fortschritt gegeben zu haben. Allerdings wurde die Verantwortung vollständig auf mich übertragen, mir aber auch volle Unabhängigkeit zugestanden.

Kurz darauf erhielt ich von der Deputation der Mansfelder Gewerkschaft den Auftrag, eine raschlaufende unterirdische Wasserhaltungsmaschine grösster Art für den Hohenthal-Schacht I dieser Gewerkschaft auszuführen.

Gleichzeitig wurde ich vom Eschweiler Bergwerksverein beauftragt, zwei raschlaufende Wasserhaltungsmaschinen von je 6 cbm Leistung bei 500 m Druckhöhe für den Nothberg-Schacht zu entwerfen und den Bau der ganzen Maschinenanlage durchzuführen.

Somit waren mir in kurzer Frist eine Fülle neuer und sehr schwieriger Aufgaben gestellt, die gelöst werden mussten. Die Lösung setzte die Schaffung eines vollständig neuen Pumpentypus voraus, denn mit blosser Verbesserung von Einzelheiten der bekannten Pumpenkonstruktionen konnte den gestellten hohen Anforderungen nicht entsprochen werden.

Durch die Unabhängigkeit, die mir in den genannten

Fällen gewährt war, wurde mir die Möglichkeit gegeben, die Erfahrungen des modernen Maschinenbaus unbeirrt durch hindernde Einflüsse und lediglich auf grund der eigenen Verantwortung im ganzen Umfange zur Geltung zu bringen, und so schien es mir möglich, die drei grossen Aufgaben, deren jede eigenartige Schwierigkeiten bot, mit neuen Mitteln vollständig zu bewältigen und einen grossen Fortschritt im Pumpenbau herbeizuführen. Für den Erfolg hatte ich aber moralisch und materiell allein aufzukommen.

Für die Leopoldshaller Pumpen waren ursprünglich 150 Umdrehungen minutlich in Aussicht genommen, jedoch glaubte ich zur Lösung der gestellten Aufgabe, den Elektromotor mit der Pumpe unmittelbar zu kuppeln, schon bei dieser ersten Ausführung auf 200 Umdrehungen minutlich sicher gehen zu können und legte deshalb diese Geschwindigkeit zu grunde.

Die Schwierigkeiten der Mansfelder Anlage waren wegen der anzustrebenden grossen volumetrischen Leistung, bis zu 40 cbm minutlich, ungewöhnliche und zwangen zur grössten Vorsicht. Ich beschränkte deshalb die normale Geschwindigkeit auf 125 Umdrehungen minutlich, hoffte aber Steigerungsfähigkeit bis zu 200 Umdrehungen in der Minute sicher zu erreichen.

Auch die Anlage in Eschweiler bot infolge des hohen Betriebsdrucks und der grossen Gesamtleistung besondere Schwierigkeiten, die mit völlig neuen Mitteln bewältigt werden mussten. —

Gegenüber der Neuheit und Schwierigkeit der Aufgaben entschloss ich mich zu folgendem Wege: In gemeinsamer Arbeit mit Herrn Professor Stumpf wurden zunächst alle Einzelheiten gründlich durchgerechnet und die vorläufigen Entwürfe ausgearbeitet. Diese Studien, zunächst auf dem Boden der bekannten raschlaufenden Pumpen mit Zwangsschluss-Steuerung der Pumpenventile durchgeführt, ergaben befriedigende Ergebnisse, jedoch wurde ein neuer Weg gesucht und in der Konstruktion vom Pumpenkolben gesteuerter Ventile auch gefunden, der raschen Gang der Pumpe ohne Steuerungsmechanismus ermöglichte. Der oft betretene Weg, ein vielspaltiges Ventil mit Federbelastung für raschen Gang auszuführen, erwies sich als vollständig ungangbar und unzuweckmässig; die auf dieser Grundlage entstehenden Pumpenkonstruktionen mussten wegen der Ventilbelastung minderwerthig werden.

Zur Erprobung der neuen Ventilkonstruktion wurde ein Versuchsapparat zusammengesetzt, insbesondere um die Massenbewegung der grossen Ventile für Mansfeld beobachten zu können.

Dann wurde der Entwurf für Leopoldshall, wo trotz der hohen Umlaufzahl von 200 Umdrehungen minutlich die geringsten Schwierigkeiten vorlagen,

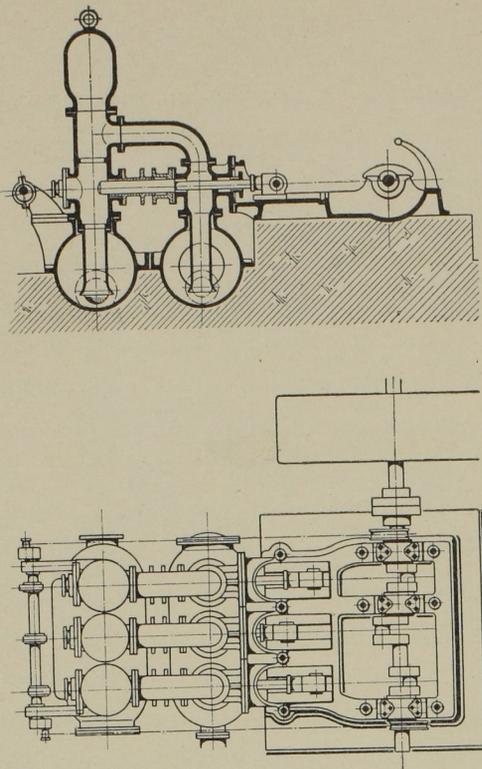


Abb. 39. Entwurf einer raschlaufenden Pumpe für Leopoldshall.
($n = 150$.) Massst. 1:60.

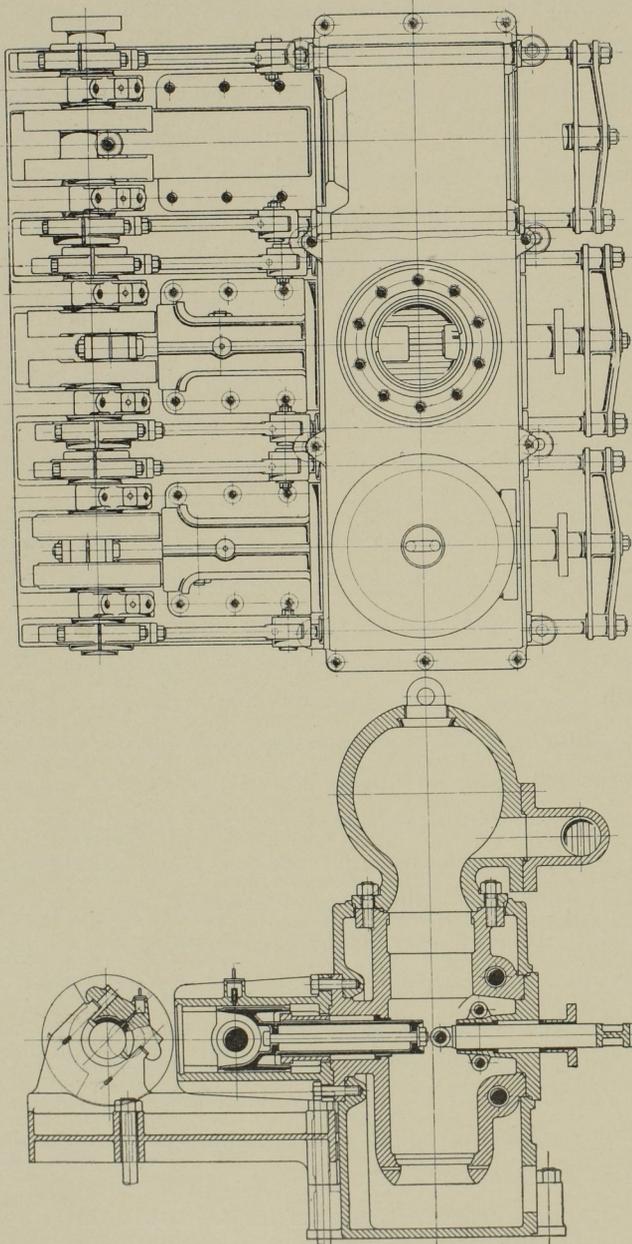


Abb. 40. Entwurf einer raschlaufenden Pumpe für Leopoldshall.
($n = 200$.) Massst. 1:25.

ausgearbeitet, eine der für Leopoldshall bestimmten drei Wasserhaltungsmaschinen rasch gebaut und im Maschinen-Laboratorium der Technischen Hochschule erprobt. Die Erprobung erfolgte auch im Dauerbetriebe, sodass Erfahrungen nicht nur über die Wirkung der neuen Konstruktion im allgemeinen, sondern auch über die Haltbarkeit der Theile erlangt wurden. Die so gewonnenen Erfahrungen konnten dann für die zwei weiteren Leopoldshaller Maschinen und für die grossen Maschinen für Mansfeld und Eschweiler verwertet werden.

Hierauf wurde eine Pumpe für Mansfeld so rasch als möglich gebaut und gleichfalls im Maschinen-Laboratorium erprobt, um die Betriebsergebnisse mit dieser ungewöhnlich grossen Pumpe rechtzeitig zu erhalten. Durch diesen allerdings sehr kostspieligen Vorgang hoffte ich alle massgebenden Erfahrungen mit den neuen Konstruktionen zu erhalten, bevor mit den Maschinen in die Grube gegangen würde, wo jede, auch geringe nachträgliche Arbeit grosse Schwierigkeiten und Kosten bereitet. Ausserdem wollte ich dem Laboratorium der Technischen Hochschule die willkommene Gelegenheit bieten, sich mit neuen Aufgaben zu beschäftigen, um den Wirkungskreis dieser wichtigen Neuerung des technischen Unterrichts zu erweitern.

Zur Sache und persönlich habe ich zu bemerken, dass die Durchführung der erwähnten drei Anlagen in gemeinsamer Arbeit mit Herrn Professor Stumpf erfolgte, dass aber die neue Pumpensteuerung sowie mehrere andere wesentliche Einzelheiten der neuen Pumpenkonstruktion ausschliesslich von ihm herrührt.

Dass die Entwicklung, wie bei allen neuen Konstruktionen, die planmässig auf grund bestimmter Bedürfnisse entstehen, eine nur allmähliche, schrittweise sein konnte, und dass zunächst mancher krumme Weg eingeschlagen wurde, bevor der gerade Weg gefunden war, versteht sich von selbst.

Abb. 39 stellt einen Entwurf dar, der zuerst für Leopoldshall bei nur 150 Umdrehungen in Frage stand. Die Steuerung sollte, da eine Drillingspumpe verlangt war, von rückwärts auf die Pumpenventile übertragen werden, denn die Mittelpumpe konnte seitwärts zur Anbringung einer Pumpensteuerung nicht wohl zugänglich gemacht werden. Die rückwärtsliegende Steuerwelle erschien aber mit Rücksicht auf die Zugänglichkeit der Pumpenventile zu umständlich und deshalb unzulässig.

Abb. 40 zeigt einen verbesserten Entwurf für raschen Gang, $n = 200$, aber gleichfalls mit Ventilsteuerung durch einen Verdrängerkolben, der durch ein Querhaupt von zwei Exzentrern angetrieben werden sollte. Die Bedenken gegen die Instandhaltung eines umständlichen Steuerungsmechanismus bei raschem Lauf waren die Veranlassung, auf eine Vereinfachung der Steuerung zu sinnen.