Senkpumpen.

Eine besonders schwierige Aufgabe stellt der Bergbau seit jeher hinsichtlich der Senkpumpen: Pumpen, welche während des Schachtabteufens und diesem folgend im Schacht selbst oder in kleinen Querschlägen aufgestellt und daher senkbar eingerichtet werden müssen.

Für die Fallortpumpen, die blos fahrbaren unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen, ist die Aufgabe im wesentlichen von der für die gewöhnlichen unterirdischen Maschinen nicht stark verschieden. Es muss nur die Maschine auf einen Wagen aufgebaut werden, und bei dessen geringer Widerstandsfähigkeit, verglichen mit dem gemauerten Fundament, müssen die Kräfte in der Maschine sorgfältig aufgefangen und bei grossen Geschwindigkeiten ausgeglichen werden. Im übrigen entstehen dann nur die Schwierigkeiten, welche der meist sehr beschränkte Raum schafft. Ausführungsbeispiele hierzu sind:

Abb. 154: Fahrbare Wasserhaltungsmaschine für einen Braunkohlenbau (Tagebau). Statt eine Gestängewasserhaltung in einem engen, kostspieligen Schacht einzubauen, hat es sich als viel zweckmässiger erwiesen, ein Gesenke herzustellen und die ganze Pumpmaschine, die früher bei anhaltendem Regen unvermeidlich unter Wasser gesetzt wurde, durch eine Dampfwinde aus dem Bereich der Gefahr herauszuziehen und nach Bedarf wieder einzulassen.

Viel sorgfältiger sind die Einzelheiten bei der fahrbaren Wasserhaltung Abb. 155, 156 und 157, ausgebildet. Hier ist der Saugwindkessel, der naturgemäss den tiefsten Punkt der Maschine bildet, mit Rädern versehen, in solcher Anordnung, dass das Minimum an Raum erfordert wird und die Maschine doch sehr zuverlässig unterstützt wird; im Gegensatz zu den gewöhnlich angewandten kleinen, sehr dürftig ausgeführten Rädern. Als zweites Räderpaar sind hingegen die Schwungräder der Maschine ausgebildet, die einen Spurkranz erhalten. Während des Betriebes wird

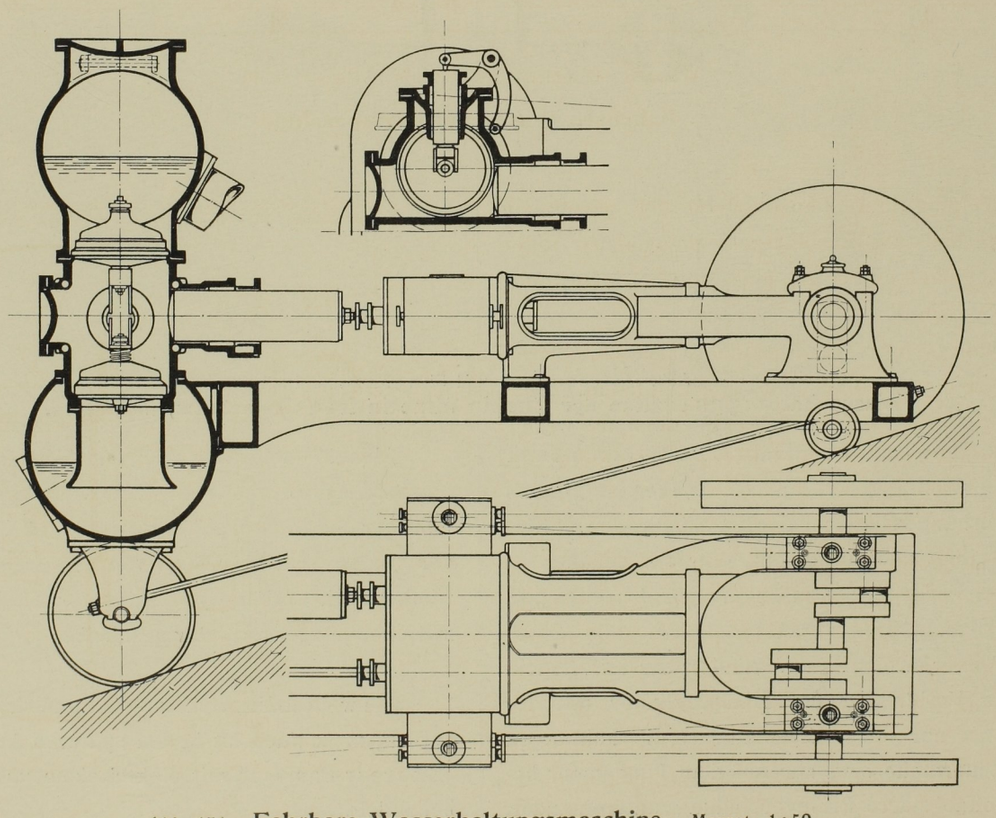

Abb. 154. **Fahrbare Wasserhaltungsmaschine.** Massst. 1:50.

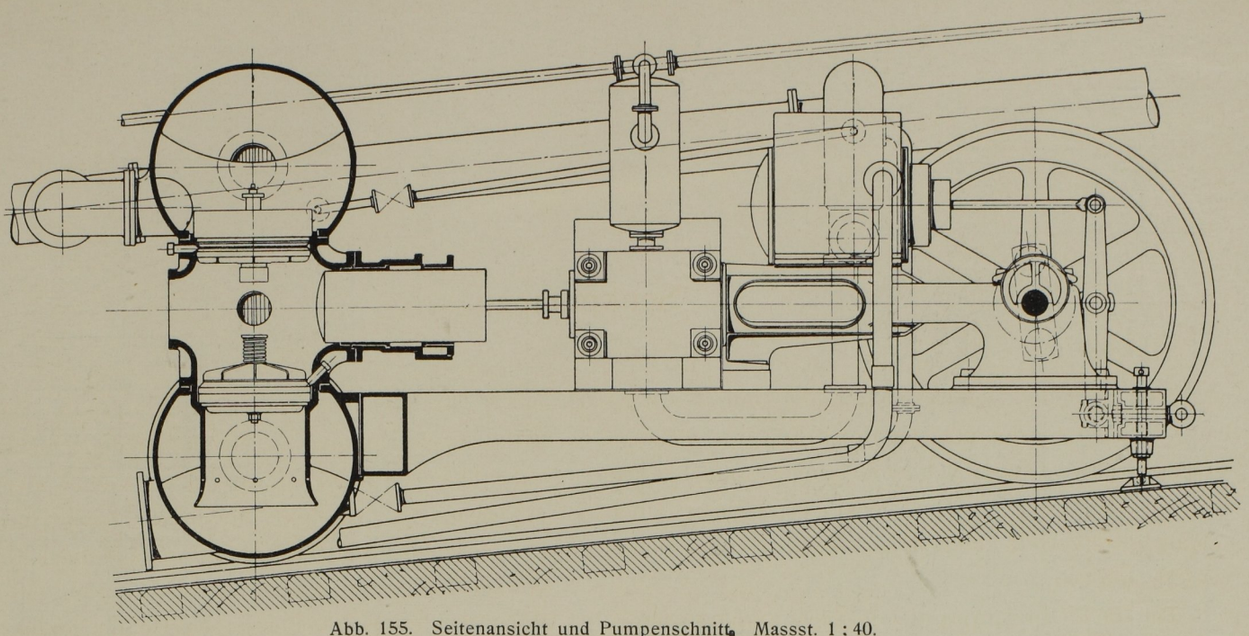

Abb. 155. Seitenansicht und Pumpenschnitt. Massst. 1 : 40.

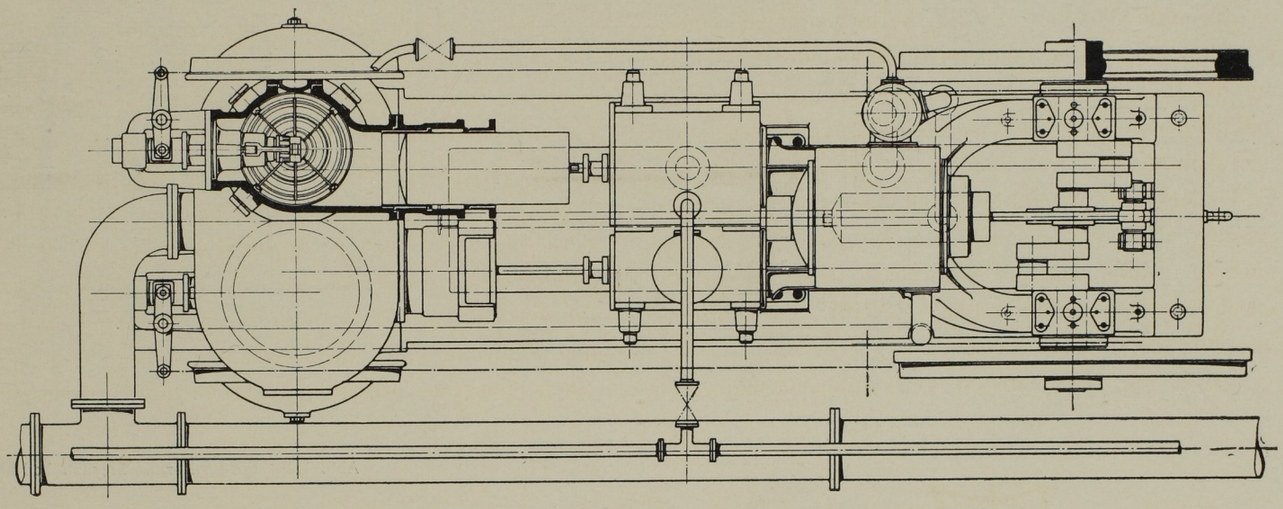

Abb. 156. Grundriss der Maschine. Massst. 1 : 40.

Fahrbare Wasserhaltungsmaschine.

dann durch ein Schraubenstellwerk der Maschinenrahmen unterhalb des Kurbellagers und ebenso unterhalb des Saugwindkessels gehoben, durch Klötze unterfangen und versteift.

Die Dampf- bezw. Luftmaschine ist eine Zweicylinder-Verbundmaschine mit gegenläufigem Triebwerk, sodass sich bei Kurbelversetzung unter 180° die Triebwerksmassen in einer Ebene vollständig ausgleichen.

Viel schwieriger wird die Aufgabe, wenn die Pumpe nicht blos fahrbar, sondern in engem Schachtprofil senkbar eingerichtet werden muss, und wenn, wie es gewöhnlich der Fall ist, der Pumpe während des Schachtabteufens durch Gesteinsplitter, Sand u. s. w. stark verunreinigtes Wasser zufliesst. Aus solcher Raumbeschränkung und aus den störenden Wirkungen dieser Wasserverunreinigungen erwachsen grosse Schwierig-

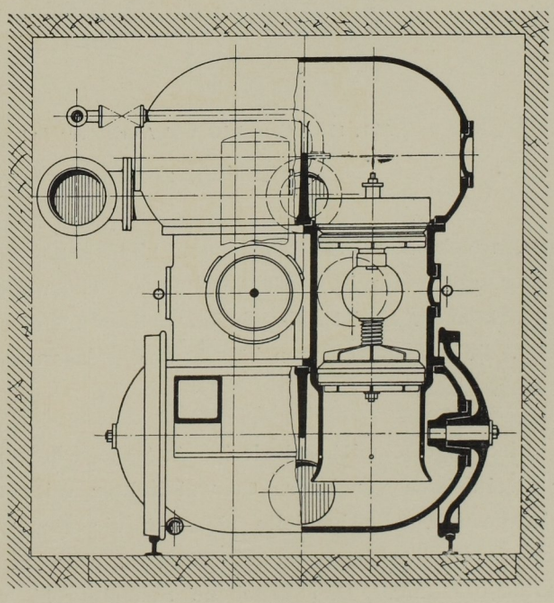

Abb. 157. Querschnitt durch die Pumpe. Massst. 1 : 40.

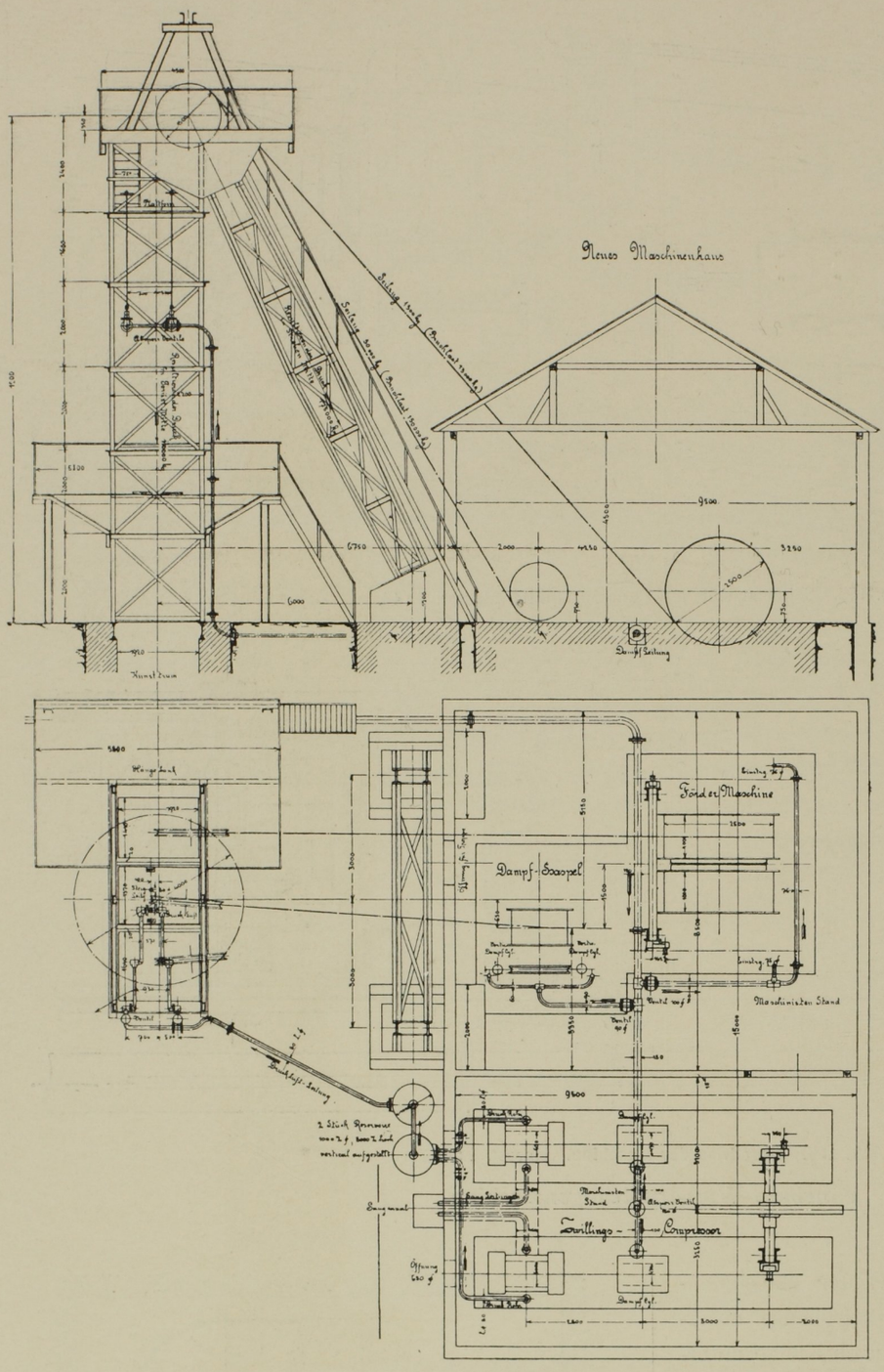

Abb. 158. Grundriss und Aufriss der Anlage. Massst. 1 : 150.

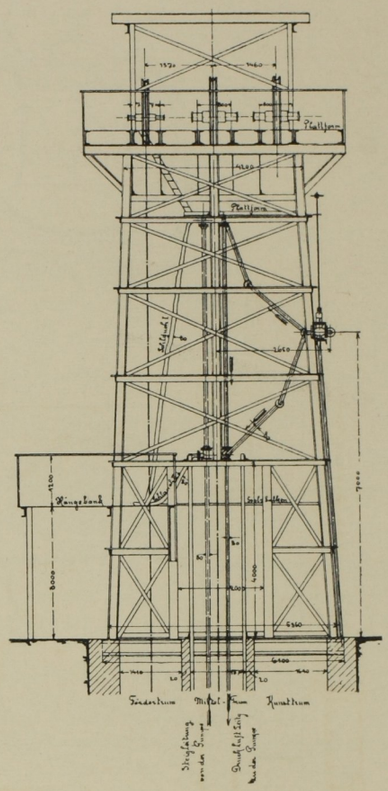

Abb. 159. Förderthurm. Massst. 1 : 150.

Kraftanlage zur Förderung und zum Betriebe einer Senkpumpe.

keiten, welche durch Kolbenpumpen nicht ganz, noch weniger aber durch Schleuderpumpen überwunden werden können. Es ist wahrscheinlich, dass auf diesem Gebiete die Mammut-Pumpen künftig eine grössere Rolle spielen werden.

Eine ungewöhnlich schwierige Aufgabe wurde mir vor zwei Jahren von Herrn Centraldirektor Wittgenstein gestellt. Es handelte sich um die Sümpfung einer durch Schwimmsand-Einbruch unterbrochenen Schachtabteufung. Das gegebene Schachtprofil war ungewöhnlich klein (Abb. 160), dabei von drei Seiten überhaupt nicht und von der vierten nur sehr mangelhaft zugänglich. Dampfbetrieb war in so engem Raume schon wegen der Wärmebelästigung ausgeschlossen.

Für die verlangte Leistung von $1^1/_2$ cbm auf 350 m grösste Druckhöhe waren aber auch Elektromotoren für unmittelbaren Pumpenantrieb nicht in das Schachtprofil zu legen; Zwischenübersetzung durch Räder oder Riemen war gleichfalls ausgeschlossen.

Auf Anregung des Herrn Bergraths Bacher wurden Studien über Wasserhebung durch entluftete Tonnen durchgeführt. Es war nicht schwierig, über

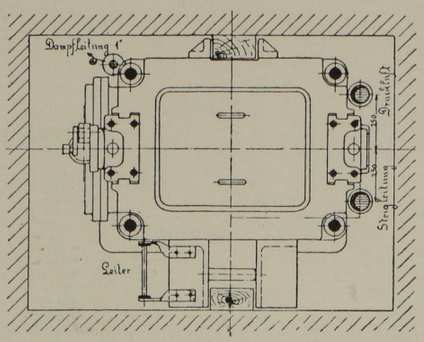

Abb. 160. Schachtprofil. Massst. 1 : 30.

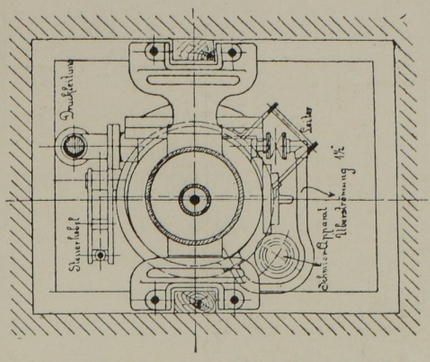

Abb. 161. Schachtprofil. Massst. 1 : 30.

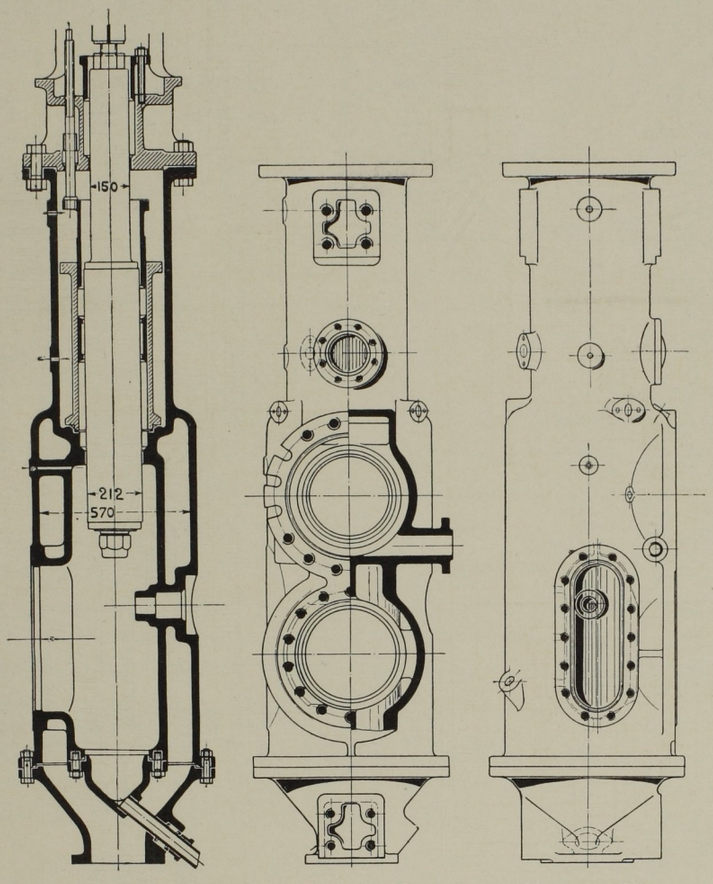

Abb. 162. Ansicht und Schnitt der Senkpumpe. Massst. 1 : 25.

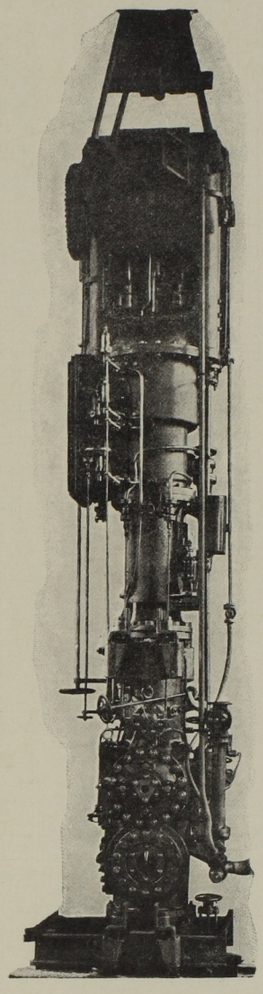

Abb. 163. Gesamtbild der Senkpumpe.

Senkpumpe zur Schachtabteufung, gebaut von **Breitfeld, Danek & Co.** in Prag.

Tag eine Luftverdünnungseinrichtung mit genügender Maschinenenergie und Aufspeicherung in entlufteten Behältern mit geringen Kosten anzulegen und die Entluftung der Tonnen in kurzer Zeit durchzuführen. Alle hierzu erforderlichen Nebentheile waren genügend einfach.

Die Absicht war, eine Doppeltonnenförderung einzurichten, die obere Tonne durch Anschluss an die Entluftungsvorrichtung zu entluften, während die untere Tonne im Schacht selbst Wasser und Sand ansaugt; eine Luftverdünnung von 0,5 Atm. wurde dabei mit Rücksicht auf die gegebene Konstruktionshöhe als ausreichend erachtet.

Schwierigkeiten ergaben jedoch die Füllungs- und Entleerungszeiten. Diese konnten, wenn die Betriebsspannung nicht wesentlich über 0,5 Atm. erhöht und leicht beherrschbare Grenzen innegehalten werden sollten, nicht genügend klein gehalten werden. Es mussten zwischen jeder Förderung zum Füllen und Entleeren grosse Zeiträume gelassen werden, und die Folge war: grosser Inhalt der Tonnen, um auf die verlangte Durchschnittsförderung zu kommen. Schliesslich scheiterte das Projekt an den riesigen Gewichten dieser Tonnen und den dafür erforderlichen ausserordentlich grossen Fördermaschinen.

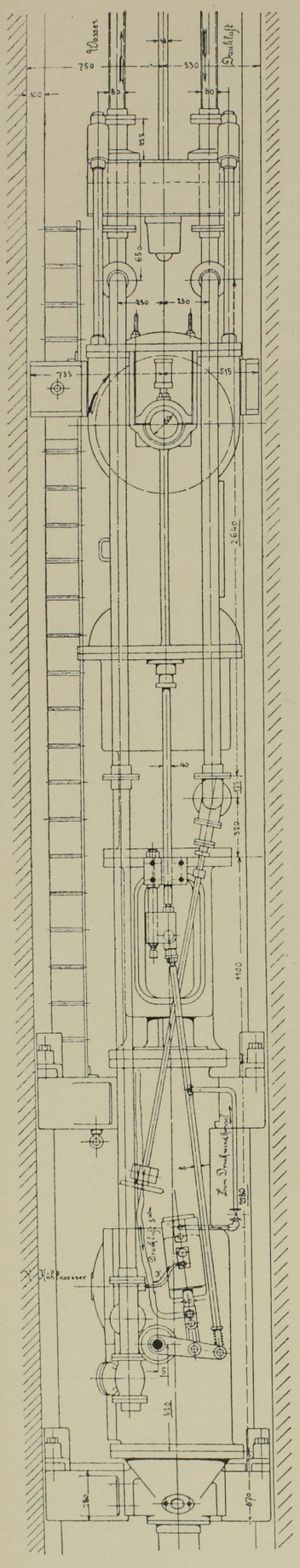

Abb. 164.
Ansicht. Massst. 1 : 30.

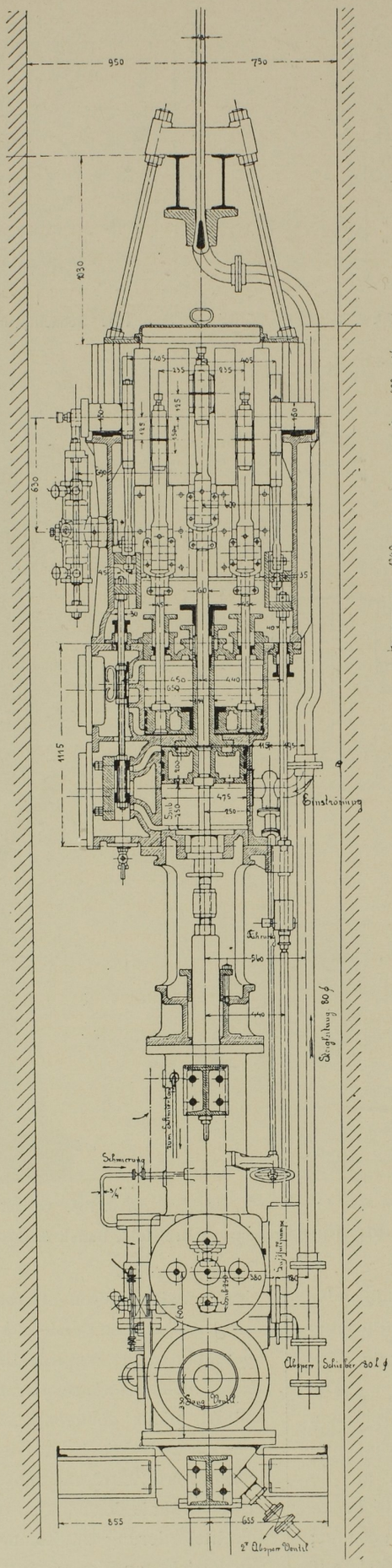

Abb. 165.
Längsschnitt der Luftmaschine. Massst. 1 : 30.

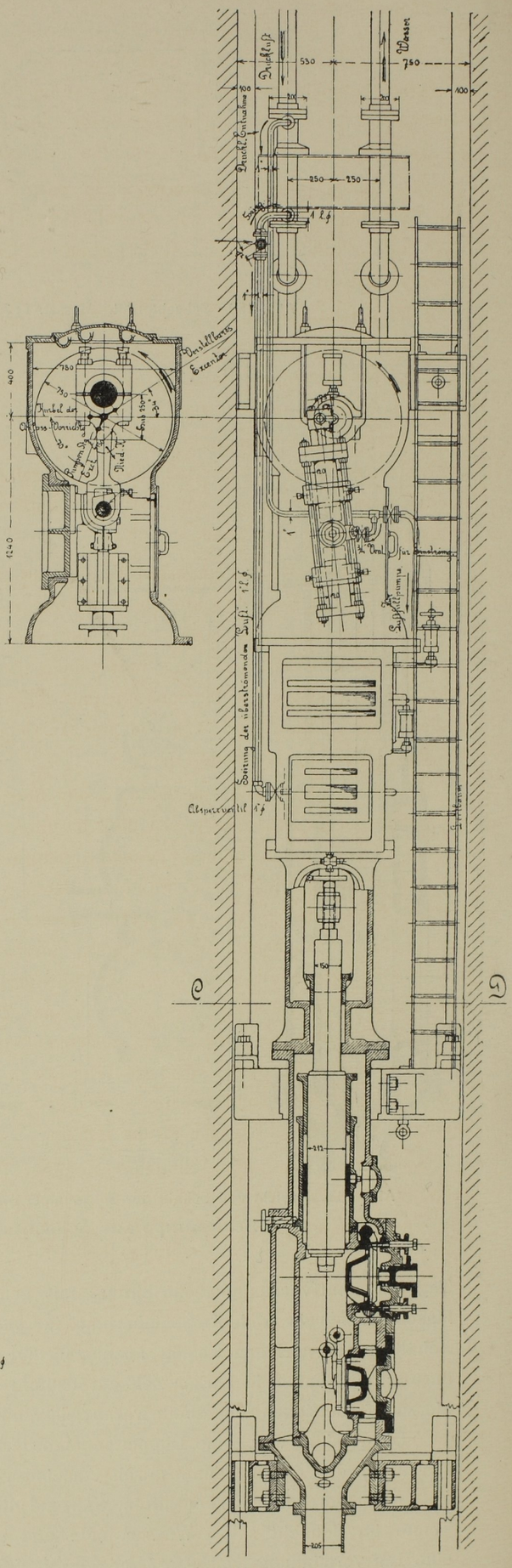

Abb. 166.
Längsschnitt der Pumpe. Massst. 1 : 30.

Senkpumpe zur Schachtabteufung, gebaut von **Breitfeld, Danek & Co.** in Prag.

Es wurde dann zum Bau einer Senkpumpe geschritten und für sie Luftbetrieb zu grunde gelegt. Die Uebertaganlage mit Verbundkompressor bot keine Schwierigkeiten. Die Maschinenanlage sowie die Rohrleitungen, Luftbehälter und die Luftleitung zum Schacht sind aus der Gesamtzeichnung Abb. 158 ersichtlich.

Die Bauart der Senkpumpe ist im ganzen und in den Einzelheiten aus den Abb. 160 bis 166 ersichtlich, das ungewöhnlich beengte Schachtprofil zeigen die Querschnitte Abb. 160 und 161.

Die Antriebsluftmaschine ist eine Verbundmaschine mit übereinander liegenden Cylindern. Der Niederdruckcylinder ist mit Doppeltriebwerk ausgeführt, sodass bei Kurbelversetzung unter 180° eine Massenausgleichung im vertikalen Sinne möglich ist. Da im Schacht ein kleines Dampfrohr zum Betriebe von Pulsometern vorhanden war, wurde Dampf zur Luftvorwärmung benutzt und unmittelbar eingeblasen.

Die Pumpe ist eine einfachsaugende und doppeltdrückende Pumpe. Gewichte und Differenzialkolben sind so bemessen, dass beim Auf- und Niedergang ungefähr gleiche Kraftwirkung nothwendig ist. Die Führung der Senkpumpe im Schacht und die Vorrichtungen zum Festklemmen während des Antriebes sind aus den Abbildungen ersichtlich.

Da die Pumpe während der ganzen Betriebszeit Schwimmsand zu heben hatte, ist die Anordnung so getroffen, dass die Ventilklappen hängend angebracht sind, also wenig Gelegenheit zur Versandung bieten. In der tiefsten Stelle des Saugraums wurde ausserdem ein Ausblasekanal angebracht. Besondere Sorgfalt erforderte die Stopfbüchsendichtung, die unbedingt sandfrei gehalten werden musste. Zu diesem Zwecke wurde die Stopfbüchse hoch gelegt, in den Differenzialpumpenraum hinein, dieser aber als Windkessel ausgeführt, sodass die Stopfbüchse überhaupt mit dem sandigen Wasser nicht in Berührung kommt.

Es musste dann aber für eine reichliche Luftbeschaffung gesorgt werden. Durch eine Luftfüllpumpe, von einem besonderen Exzenter angetrieben, wird Luft aus der Hauptluftleitung angesaugt, auf die Pumpenpressung verdichtet und in den erwähnten Windkesselraum hineingepumpt.

Das Steigrohr mündet unterhalb der Druckklappe aus, sodass auch im Druckraum sandige Ablagerungen möglichst verhindert werden. Dem Steigrohr ist ausserdem absichtlich geringer Querschnitt gegeben, um bei grosser Durchflussgeschwindigkeit das Ausscheiden von Sand im Steigrohr zu verhüten; die Druckerhöhung durch die Geschwindigkeitssteigerung schien ohne Belang.

Beim Betriebe hatte die Pumpe Wasser der übelsten Beschaffenheit zu heben, zeitweilig dickflüssigen Schwimmsand. Es ergaben sich keine wesentlichen Schwierigkeiten, aber eine Reihe kleiner Anstände, insbesondere Störungen im Druckventil und Versagen der Luftfüllpumpe. In letzterem Falle mussten die Luftsaugventile an der Pumpe selbst benutzt werden, wodurch die volumetrische Leistung der Pumpe beeinträchtigt wurde; es musste dann die Betriebsgeschwindigkeit gesteigert werden, um den volumetrischen Verlust auszugleichen. Ausserdem ist das Ansaugen und Abscheiden der Luft bei so hoher Betriebsgeschwindigkeit unsicher. Es wurde deshalb die Luftverdichtung zur Windkesselfüllung ganz über Tag gelegt und eine Windkesselfüllleitung angelegt. Die meisten Belästigungen ergaben sich durch den äusserst engen Raum, welcher den Zugang erschwerte.

Die Innenstopfbüchse bewährte sich sehr gut und wurde während des ganzen Schachtsümpfens nur einmal frisch gepackt. Der Tauchkolben war am Ende des Betriebes in gutem Zustande. Die Stopfbüchse im Windkesselraume hat daher ihren Zweck vollständig erfüllt. Die Betriebsgeschwindigkeit schwankte zwischen 80 und 150 in der Minute. Die Vorrichtungen zum Klemmen der Pumpe in den Schachtführungen, sowie andere Vorsichtsmassregeln erwiesen sich als überflüssig. Die Pumpe, ganz frei am Seile hängend, konnte mit der Höchstgeschwindigkeit und Höchstleistung betrieben werden, ohne dass nennenswerthes Schwanken der Maschine auftrat.