

## Gebläsemaschinen für Hochofen- und Stahlwerke.

Gebläsemaschinen für Hüttenwerke haben sich aus kleinen Anfängen zu grossen und vollkommenen Maschinen entwickelt.

In den ersten Anfängen und noch bis Mitte des Jahrhunderts dienten dem Hüttenmann primitive, oft sinnreich erdachte Apparate zur Luftverdichtung, die er zum Theil selbst bauen und sicher allein in stand halten konnte, unter ähnlichen Betriebsverhältnissen wie im Bergwesen.

Die vorhandenen Wasserkräfte und Blasbälge, Kastengebläse u. s. w. reichten für viele Zwecke aus, bis das englische „Cylindergebläse“ mit eisernen Cylindern Aufsehen erregend auftrat. Die Litteratur der 30er Jahre giebt von diesem Wandel Kunde. Aus den englischen Vorbildern hat sich das Hochofengebläse in verschiedenartigen Konstruktionen entwickelt, anfangs als Balanciermaschine, dann als stehende Maschine mit übereinander liegenden Cylindern und nach vielen Mühen auch als liegende Maschine gebaut, zuerst vielfach durch Wasserkraft, dann in steigendem Masse mit Dampf betrieben, und zwar fast immer mit unmittelbar gekuppelter Dampfmaschine. Experimente mit oscillirenden Cylindern, mit Zwischenübersetzungen, mit ungewöhnlichen Aufstellungen, welche die grosse Bauhöhe stehender Maschinen, die grosse Baulänge der liegenden umgehen sollten, kennzeichnen die Entwicklung, die auf dieser Stufe bei wesentlichen Abweichungen vom englischen Muster viel Lehrgeld verschlungen hat. Schliesslich hat aber der deutsche Maschinenbau wesentlich Besseres als der englische geleistet.

Betriebstechnisch ist diese Entwicklungsstufe gekennzeichnet durch die anfänglich niedrige, dann bis  $\frac{1}{4}$  Atm. steigende Luftpressung, daher Zulässigkeit von Graphitschmierung, Filz- und Lederklappen; durch sehr mässige Betriebsgeschwindigkeit, bei den langhubigen liegenden Maschinen höchstens 2 m mittlere Kolbengeschwindigkeit und Umlaufgeschwindigkeiten von minutlich 15 bis 20 Umdrehungen, bei stehenden Maschinen etwas höhere Umdrehungszahl unter Verminderung von Hub und Kolbengeschwindigkeit.

Wären die Hüttentechniker bei den ursprünglichen Anforderungen stehen geblieben, wäre der Winddruck und damit die Erwärmung während der Luftverdichtung nicht gesteigert worden und hätte die Massenerzeugung der Hüttenwerke die Ansprüche an die Arbeitsleistung

nicht gesteigert, dann hätte kein Anlass vorgelegen, von den alten Maschinen abzugehen, abgesehen von dem Bestreben, die schlechte Dampf-wirtschaft der langsamlaufenden grossen Maschinen mit ihren grossen Abkühlungsflächen zu beseitigen. Die Einführung von Kondensations- und Verbund-Dampfmaschinen hat den Fortschritt in dieser Richtung gebracht.

Der Hauptübelstand der alten Gebläse war die zu schwache Bemessung der Maschinentheile. Erst spät hat man gelernt, die Maschinentheile richtig zu berechnen, insbesondere die Summirung von Dampf- und Winddruck im Hubwechsel und ihren Einfluss auf das Triebwerk zu berücksichtigen.

Die Gebläsecylinder und ihre Ventile haben auf dieser Entwicklungsstufe eigentlich wenig Störungen verursacht und zu Wünschen geringen Anlass gegeben. Solange der Winddruck und damit die Kompressionstemperatur mässig waren, konnten die Filzklappen und gewöhnliche Lederklappen ohne jede Armirung allen Anforderungen entsprechen und kaum übertroffen werden.

Die Herstellung und Instandhaltung der Klappen war sehr einfach und konnte von jeder Hütte selbst besorgt werden. Die Saugklappen waren von sehr langer Dauer, weil sie beständig durch den einströmenden Wind gekühlt wurden; bei den Druckklappen, wo die Erwärmung und die rasche Eröffnung grösseren Verschleiss verursachten, fand man eine Auswechslung nach einem Betriebe von wenigen Monaten, ja selbst Wochen in keiner Weise unbequem. Die Auswechslung selbst war eben sehr einfach.

Dieser idyllische Zustand wurde zerstört durch die immer mehr zunehmende Einführung von Windpressungen über  $\frac{1}{4}$  Atm., infolge deren gegenwärtig für Hochöfengebläse schon Windpressungen über 1 Atm. verlangt werden. Mit den bewährten einfachen Klappen war es da vorbei. Es musste auf andere Ventilformen übergegangen werden. Filzklappen und einfache Lederklappen wurden unanwendbar; sie mussten bei den Druckventilen oft schon nach wenigen Tagen ausgewechselt werden, weil die bisherigen elastischen Dichtungsmaterialien der zunehmenden Erwärmung und dem höheren Druck nicht widerstanden.

Bei Stahlwerksgebläsen, die mit dem Bessemer-Prozess im grossen Eingang fanden, hat ein befriedigender Zustand überhaupt nie bestanden. Diese Ma-

schinen befanden sich fortwährend im Zustande der Veränderung und sind aus ihm auch jetzt noch nicht herausgekommen. Ausserdem verlangte der Stahlwerksprozess von Anfang an so grosse Maschinenleistungen, dass mit den überlieferten geringen Geschwindigkeiten der Hochofengebläse nicht auszukommen war. Es mussten raschlaufende Gebläse verwendet werden, und mit ihnen beginnt die Entwicklungs- und auch die Leidensgeschichte der Gebläse.

Die alten Bessemergebläse hatten Gummibänder als Ventile; sie liessen hohe Betriebsgeschwindigkeit und geräuschlosen Gang zu, arbeiteten aber mit unzulässigen Ventilwiderständen, und durch die Erwärmung wurden die Gummibänder rasch zerstört. Sie wurden durch Ventile ersetzt. Diese konnten gegen Wärme widerstandsfähig hergestellt werden; Hindernisse waren aber die Widerstände, der stossende Ventilgang und die Schwierigkeiten der Massenbewegung.

Die Entwicklungsgeschichte der Stahlwerksgebläse und das Lehrgeld, das für sie zu zahlen war, hängen hauptsächlich mit folgenden Fehlern zusammen: unzureichender Bemessung der Maschinentheile für den summirten Dampf- und Winddruck und Verwendung schwerer Ventile, die gerade durch ihre Masse stossweisen Schluss hervorrufen und dadurch sich selbst zerstören.

Der erstere Fehler ist leicht zu beseitigen; der letztere hat zu Verbesserungen aller Art geführt, die darauf hinauslaufen: entweder die schweren Ventile beizubehalten und die schädlichen Folgen der Massenwirkung durch Luftpuffer u. s. w. zu bekämpfen, oder möglichst leichte Ventile auszuführen. Dieses ist der richtige Weg, setzt aber voraus, dass die leichten Ventile zu ruhigem Spiel gezwungen werden.

In den Experimenten in dieser Richtung steckt der Gebläsebau noch. Jeder glaubt eine richtige Konstruktion durch die Erfindung gefunden zu haben, und Erfahrung wird das genannt, wofür viel Lehrgeld bezahlt wurde; diejenigen konstruktiven Mittel, durch welche man aus einem recht unbefriedigenden Zustande zu einem erträglichen gekommen ist, werden dann als die allein richtigen angesehen.

In die Experimente sind nunmehr auch die Hochofengebläse hineingerathen, seitdem Betriebsspannungen über 1 Atm. nicht bloss verlangt, sondern thatsächlich benutzt werden.

Maschinentechnisch ist zwischen den modernen Hochofengebläsen und Stahlwerksgebläsen kein wesentlicher Unterschied mehr. Die Hochofengebläse sind Gebläse von grosser volumetrischer Leistung und mässigem Druck, Stahlwerksgebläse solche von mässiger Volumleistung und hohem Druck. Die Schwierigkeiten liegen für beide Maschinengattungen an denselben

Stellen: in den bewegten Gebläseventilen. Weil die Wirkungen des Winddrucks, der Windwärme, der bewegten Massen verschiedenen Ursachen entspringen, die untereinander in Widerspruch stehen und alle gleichzeitig und gleichartig nicht berücksichtigt werden können, deshalb giebt es vielerlei Schwierigkeiten.

Die alte Streitfrage, ob liegende oder stehende Aufstellung vorzuziehen ist, hat ihre Bedeutung verloren. Auf schlechtem Untergrund kann nur eine Maschine mit kleiner Grundfläche verwandt werden; er zwingt ebenso wie Raumbeschränkung zur stehenden Anordnung. Liegende Maschinen dagegen finden wegen ihrer Einfachheit und geringen Kosten, auch wegen ihrer besseren Zugänglichkeit und leichten Uebersichtlichkeit immer Abnehmer. Andererseits ist es möglich, Maschinen so zu bauen, dass die Vortheile der stehenden Maschinen: geringes Erforderniss an Raum und Fundament mit dem wirklichen Vortheil der liegenden Maschinen, der Uebersichtlichkeit, vereint werden können. Daraus sind also keine allgemeinen Gesichtspunkte abzuleiten.

Auch andere, früher wichtige Fragen sind gelöst oder aus der Erörterung verschwunden, weil inzwischen die Thatsachen entschieden haben. Ein kostspieliger Entwicklungsweg, über manche verunglückte Bestrebung hinweg, hat zu folgenden Thatsachen geführt:

Gebläse ohne Schwungrad und Kurbeltrieb giebt es nicht mehr. Gebläse mit unvollkommenen Dampfmaschinen sind im Verschwinden. An die Dampfmaschinen werden mit Recht dieselben Ansprüche wie an Betriebsmaschinen gestellt, und die Forderung verstärkten Triebwerks wegen der Drucksummierung kommt hinzu. Verbundmaschinen mit Kondensation gehören zu den normalen Maschinen. Vollkommene Expansionssteuerung ist die Regel. Die Corliss-Steuerung beginnt mit Recht in neuerer Zeit in den Gebläsebau einzudringen. Auch die minderwerthigen Kolbensteuerungen für grosse Maschinen sind im Rückgang. Die Bestrebungen, die Baulänge von Gebläsemaschinen durch konstruktive Kniffe, ungewöhnliche Anordnung des Kurbeltriebes, nebeneinander statt hintereinander gelegte Cylinder u. s. w. zu verringern, werden bei grossen Maschinen nicht mehr zugelassen. Immerhin wären aber auf diesem Gebiete noch grosse Fortschritte möglich in dem Sinne, dass Maschinen mit geringer Grundfläche und geringem Fundamentbedarf gut zugänglich gebaut werden.

Kolben mit Graphitschmierung, mit Lederdichtung, mit nicht wärmebeständigem Dichtungsmaterial überhaupt sind bei allen Maschinen mit hohem Winddruck verschwunden und haben der Metalledichtung, der Fettschmierung Platz gemacht.

Die steigenden Anforderungen der Hüttenleute gingen bei allen Gebläsen im wesentlichen auf dieselben Ziele:

raschen Gang, um bei zunehmenden, ausserordentlich grossen Maschinenleistungen mit annehmbaren Maschinengrössen und Kosten auszukommen, auch um bessere Dampfausnutzung zu erhalten,

vollkommene Bauart der Maschinen bei vollständiger Zuverlässigkeit, wirtschaftlichem Betriebe und störungsfreiem Gange.

In diese seit zwei Jahrzehnten ansteigende Entwicklung mit immer höheren Forderungen greift nun in neuester Zeit das Bestreben ein, die Gichtgase und Gasmotoren für den Kraftbetrieb der Hütten wirtschaftlich vortheilhafter auszunutzen, als dies auf dem Umwege der Dampferzeugung und der Dampfmaschine möglich ist. Damit ist eine neue Aufgabe, die im Grunde aber nur die alte Aufgabe mit höher gestecktem Ziele ist, gegeben, nämlich die:

Gebläsemaschinen für sehr grosse Betriebsgeschwindigkeit und unmittelbaren Antrieb durch Gasmotoren zu bauen und hierbei die Forderungen der einfachen Konstruktion und der Zuverlässigkeit zu vereinigen.

Gasmaschinen können vortheilhaft nicht anders als raschlaufend gebaut werden. Es ist mit Umlaufgeschwindigkeiten von minutlich 120 bis 150 Umdrehungen, jedoch nur mit Kolbengeschwindigkeiten von etwa 4 m zu rechnen.

Hierbei kann von einer Uebersetzung zwischen Gasmotor und Gebläse im Ernste nicht die Rede sein. Bei den grossen Maschinenleistungen, um die es sich im Hüttenbetriebe handelt, wäre es schade um jeden Pfennig, der als Lehrgeld für solche Bestrebungen unnütz verausgabt würde.

Irgendwelche andere als die unmittelbare Verbindung zwischen Gasmotor und Gebläse kann nie lebensfähig sein; nur die direkte Kuppelung kann in Frage kommen, und selbst jede Künstelei in der Kuppelung muss ausgeschlossen bleiben.

Dies ist eine lösbare Aufgabe; sie führt auf gleiche Einzelheiten wie die angedeutete Entwicklung überhaupt: auf die Beherrschung der Ventilbewegung und der Massenbewegung. Die konstruktive Aufgabe hat ihre Hauptschwierigkeit darin, für die raschlaufenden Gebläse und die gegebenen Anforderungen zuverlässige Gebläseventile zu schaffen. —

Vor der Erörterung dieser neuesten Frage will ich versuchen, die Aufgaben des Gebläsebaues und ihre Lösungen für Dampfkraftgebläse darzulegen und zu begründen, indem ich den Weg kennzeichne, den ich selbst bei der Ausbildung von Gebläsemaschinen gegangen bin.

Bei Hochofengebläsen, die mit weniger als  $\frac{1}{4}$  Atm. Winddruck betrieben werden, lassen sich die üblichen Klappen schwer durch Besseres ersetzen. Es liegt kein

Anlass vor, von dieser überlieferten und für niedrige Pressung sehr geeigneten Konstruktion abzugehen.

Immerhin mag an dieser Stelle bemerkt werden, dass viele Konstruktionen für gut und betriebssicher gelten, nur weil die Auswechselungen, die massenhaft vorkommen, sich ohne Zuthun von Ingenieuren und Direktoren vollziehen. Solange diese wenig von derlei Arbeit erfahren, gilt vieles für annehmbar, was eigentlich recht mangelhaft ist. Mit der Möglichkeit rascher Auswechslung giebt man sich vielfach schon zufrieden. Die Kosten der Instandhaltungsarbeiten werden nur selten getrennt festgestellt.

Anfang der 80er Jahre habe ich bei zwei Hochofengebläsen, und zwar

beim Umbau eines Hochofengebläses der Steirischen Eisenindustrie-Gesellschaft in Zeltweg und beim Hochofengebläse der Oesterreich.-Alpinen Montangesellschaft in Hieflau (Abb. 1) versucht, statt der zahlreichen kleinen Klappen wenige grosse Klappen mit Zwangschluss zu verwenden.

Beide Ausführungen haben zwar den Betriebsanforderungen entsprochen, aber praktisch war nicht viel gewonnen. Die Auswechselungen kommen zwar seltener vor als bei selbstthätigen Klappen, aber dauern länger und erfordern etwa die doppelte Zeit.

Ende der 80er Jahre wurde mir von Herrn Centraldirektor Wittgenstein der Umbau und Neubau von Hochofengebläsen im Eisenwerk Kladno der Prager Eisenindustrie-Gesellschaft übertragen.

Die vorhandenen Maschinen aus früherer Zeit waren nur noch als eine Art Landsturm anzusehen und alle von schwachen Gliedern, was die Abb. 2 einigermaßen veranschaulicht. Es handelte sich um eine völlige Umgestaltung des Maschinenbetriebs, die Herr Direktor Bertrand in musterhafter Weise durchführte, indem er aus einem zersplitterten, unvortheilhaften Betriebe einen einheitlichen und ökonomischen schuf. Die Forderungen, die damals an Gebläse gestellt wurden, waren noch mässig; zwar wurden 8 Atm. Dampfdruck vorgeschrieben, der Winddruck aber im normalen Betriebe nicht über 0,3 Atm. angenommen.

Um rascher ans Ziel zu kommen, wurde der Umbau eines vorhandenen alten Zwillingsgebläses beschlossen (Abb. 2), von dem die Windcylinder und Triebwerkstheile wieder verwendet werden konnten. Die Geschwindigkeit wurde erhöht, zum alten Cylinder wurden neue Deckel ausgeführt und für den hohen Dampfdruck neue Dampfcylinder und Rahmen gebaut (Abb. 3). Das umgebaute Gebläse hat den Anforderungen vollständig entsprochen.

Hierauf wurde ein neues Gebläse beschafft (Abb. 4 und 6), mit liegender Verbund-Dampfmaschine für 8 Atm. Dampfdruck ohne Kondensation, der Aufnehmer über den Cylindern liegend.

Leistung 800 cbm minutl. bei 30 Umdr., 0,4 Atm.

Verdichtungsdruck. 2 Wind-Cylinder von 2035 mm Dchm., 2133 mm Hub. Dampfmaschine von 900 mm Hochdruck-, 1260 mm Niederdruckcylinder-Durchmesser.

Karl Emils-Hütte der Böhmisches Montangesellschaft in Königshof entworfen und von derselben Fabrik gebaut (Abb. 7).

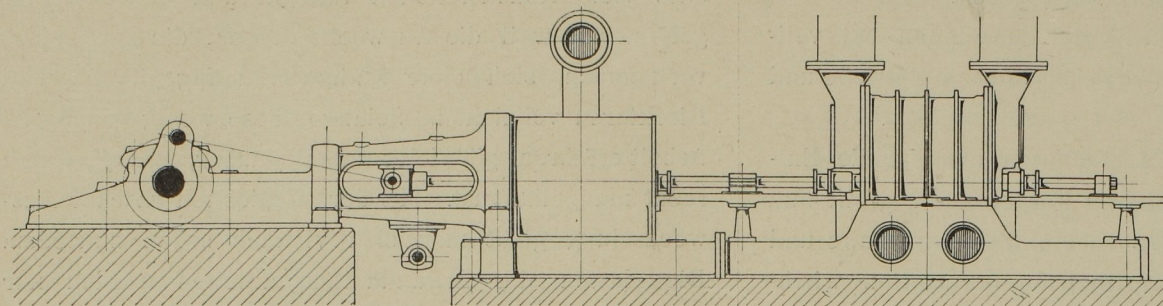


Abb. 1. Hochofengebläse Hieflau. Massst. 1:100.

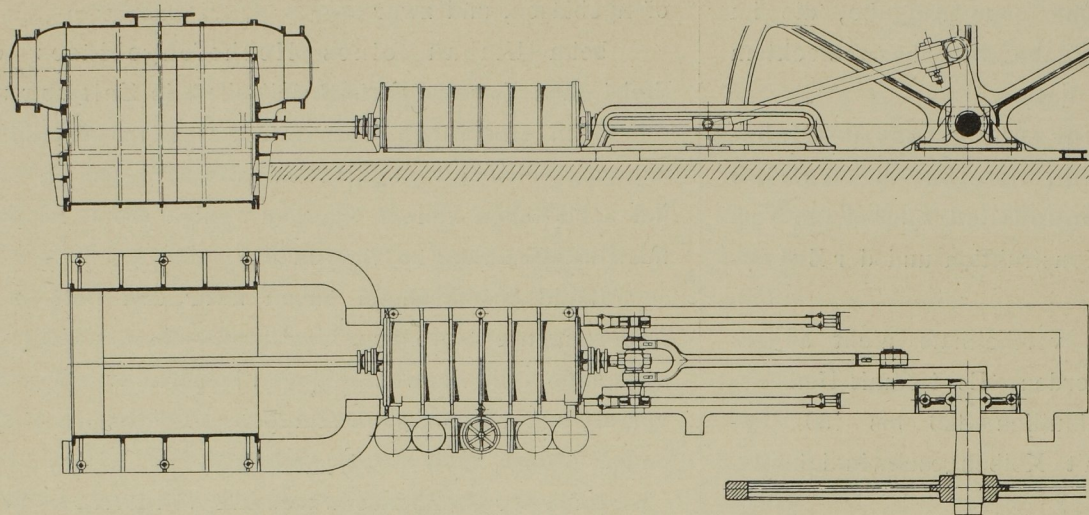


Abb. 2. Altes Gebläse in Kladno. Seitenansicht und Grundriss. Massst. 1:120.

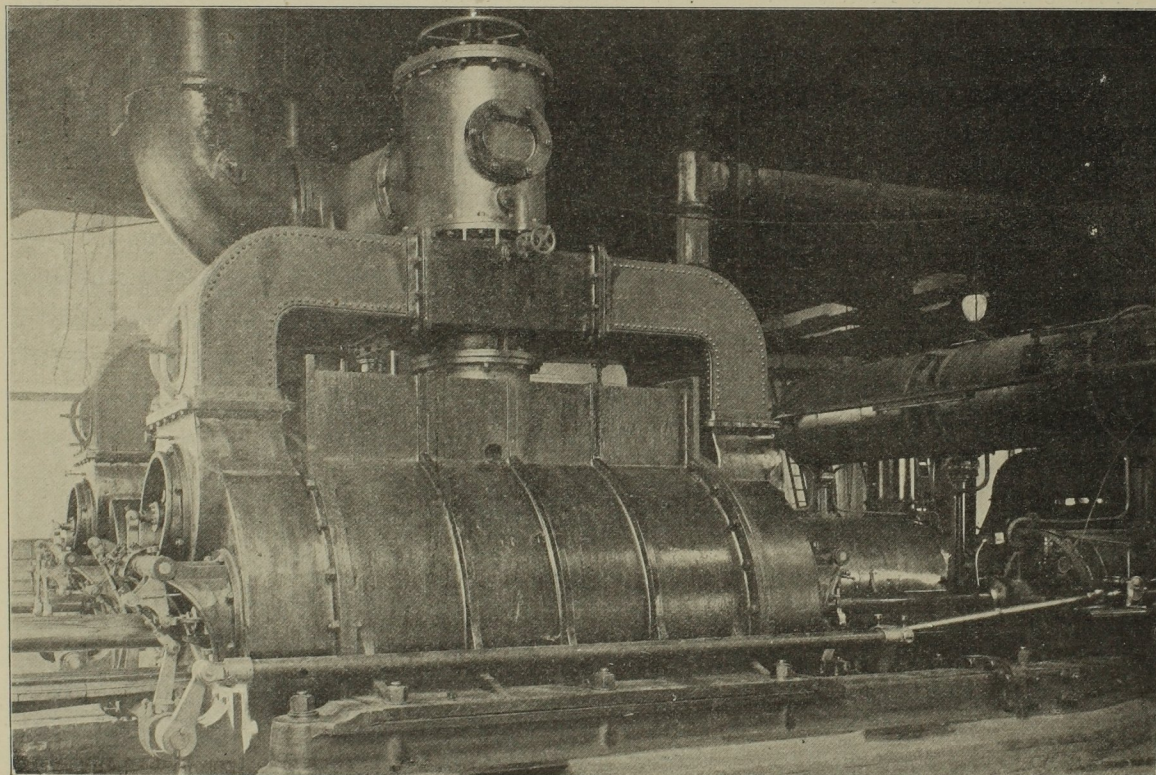


Abb. 3. Hochofengebläse I des Eisenwerks Kladno. Gesamtbild des Gebläses.

Die Ausführung wurde der Maschinenfabrik Breitfeld, Danek & Co. in Prag übertragen.

Ein ähnliches Gebläse von gleicher Leistung und gleichen Abmessungen wurde zur selben Zeit für die

den Anforderungen bei Kolbengeschwindigkeiten bis etwa 3 m, Umlaufgeschwindigkeiten bis etwa 40 Umdrehungen minutlich und bei Winddruck bis 0,4 Atm. entspricht. Für grössere Geschwindigkeiten und grösseren

Für beide Gebläse wurden die Windcylinder mit grossen armirten Lederklappen versehen und ihr Zwangschluss von der verlängerten Dampfmaschinensteuerung durch Gestänge (Abb. 4 und 6) auf die Klappen übertragen. Die oben liegende Steuer- spindel steuert die Druckklappen, die unten liegende die Saugklappen. Im Innern erfolgt die Uebertragung der Schlussbewegung auf die Klappen durch eine Feder, die nach erfolgtem Klappenschluss während des Kurbelwegs von  $90^\circ$  minus Voreilungswinkel der Dampfsteuerung, sich ausbiegen konnte.

Diese Maschinen machen bis zu 35 Umdrehungen minutlich. Die Klappen sind getheilt, um ihre Masse und ihren Hub möglichst zu verkleinern. In dieser Form ist die armirte Lederklappe und bei den Druckventilen die mit Kupferdichtung versehene Klappe ein wohl geeigneter Maschinentheil, der

Winddruck, überhaupt höhere Anforderungen, wie sie gegenwärtig gestellt werden, genügt die Konstruktion nicht. Die Dauer der Klappen ist zwar vier mal so gross wie bei den selbstthätigen Klappen, aber die Reparaturbedürftigkeit immerhin noch zu gross.

Im Jahre 1895 wurde mir der Entwurf eines dritten Hochofengebläses für das Eisenwerk Kladno von der Prager Eisen-Industrie-Gesellschaft übertragen. Verlangt war eine Betriebsspannung von 8 Atm. Dampfdruck, 0,5 Atm. Winddruck, steigerbar auf 0,6 Atm., eine Betriebsgeschwindigkeit von 40 Umdrehungen minutlich, steigerbar auf 50, und eine minutliche Ansaugleistung von 1000 cbm.

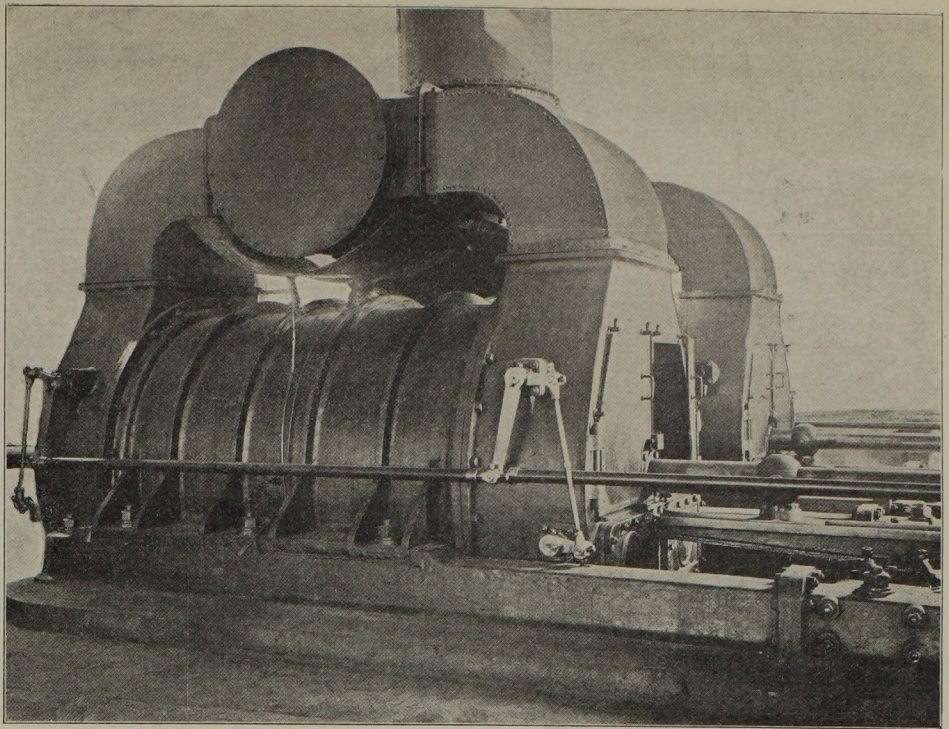


Abb. 4. Gesamtbild des Gebläsecylinders und der Windsteuerung.

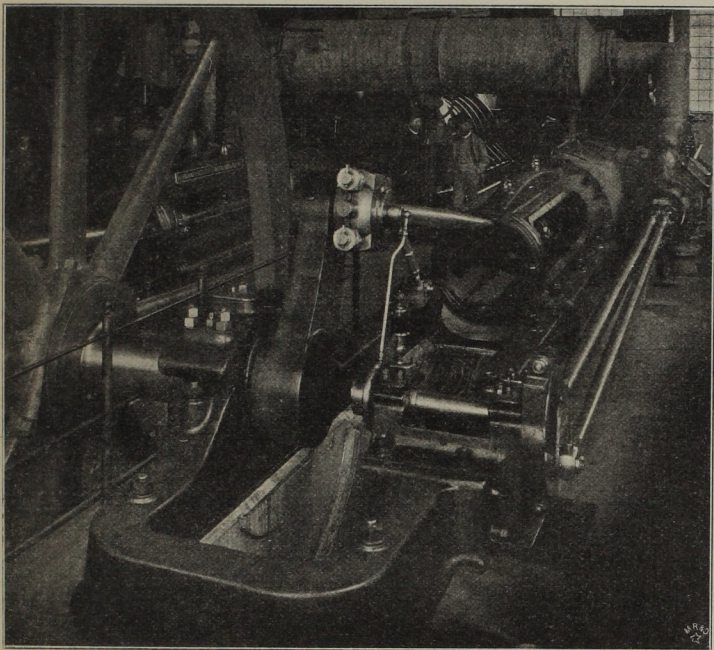


Abb. 5. Hochofengebläse II des Eisenwerks Kladno.

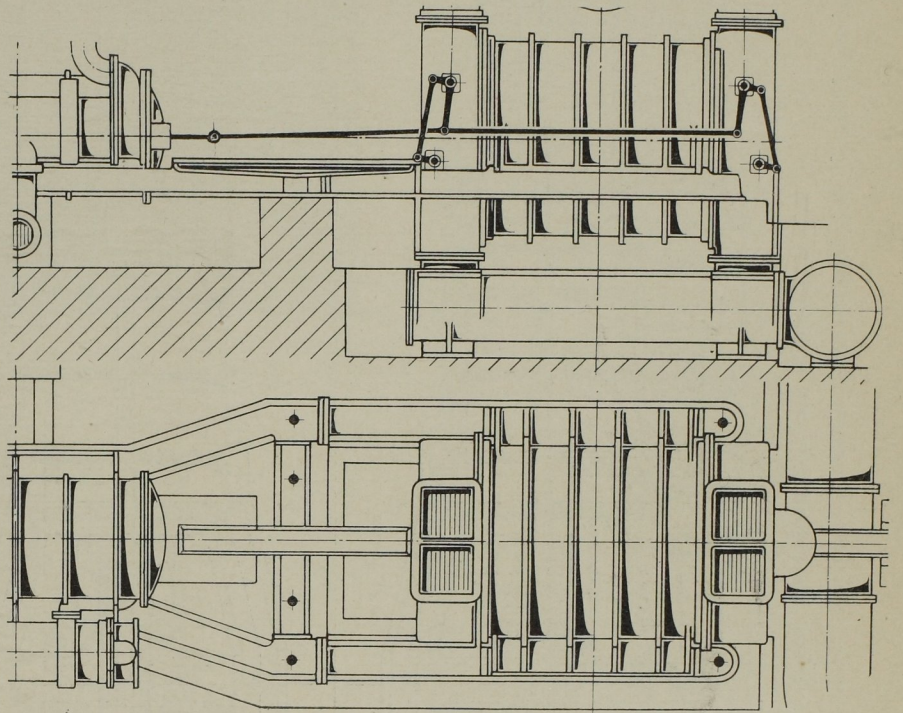


Abb. 6. Gebläsecylinder. Massst. 1:75.

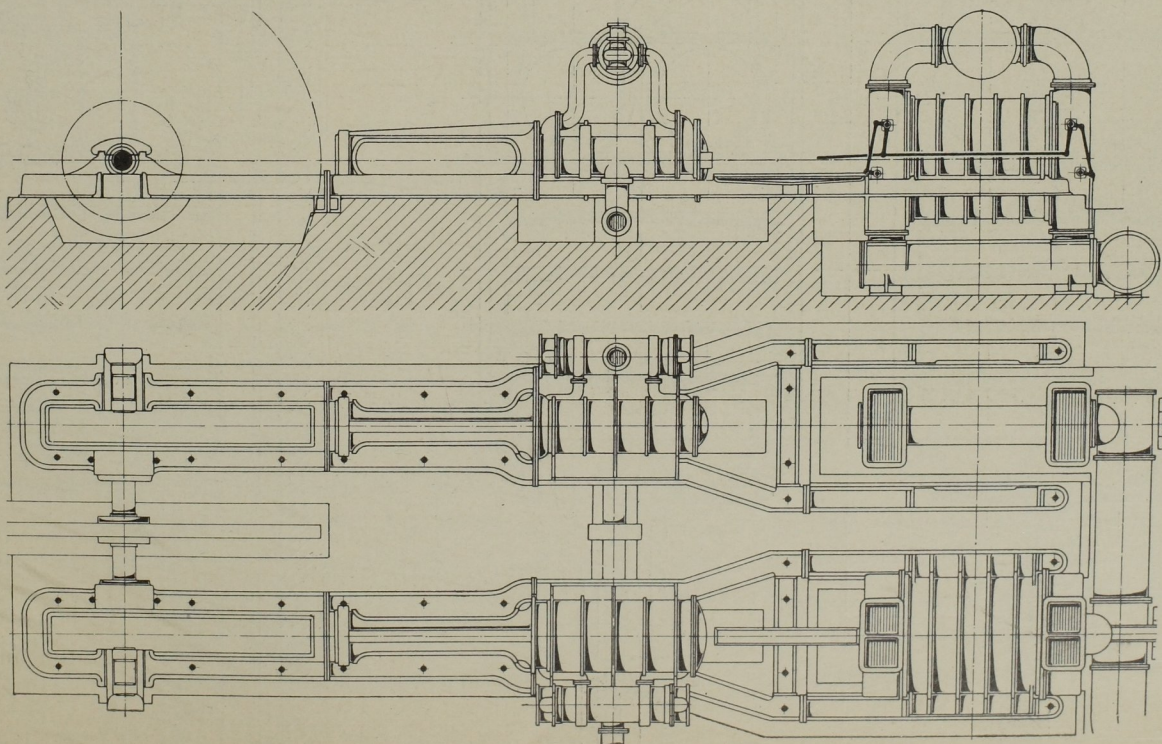


Abb. 7. Grundriss und Aufriss der Gesamtanordnung. Massst. 1:125.  
Hochofengebläse des Eisenwerks Kladno und der Karl Emils-Hütte (Königshof).

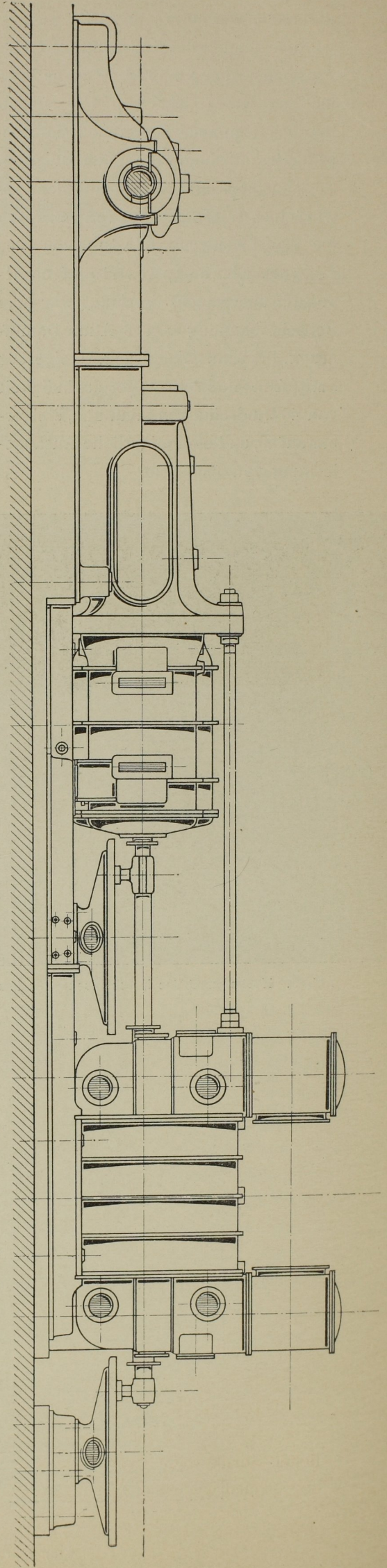


Abb. 8. Seitenansicht der Gebläsemaschine. Massst. 1:60.

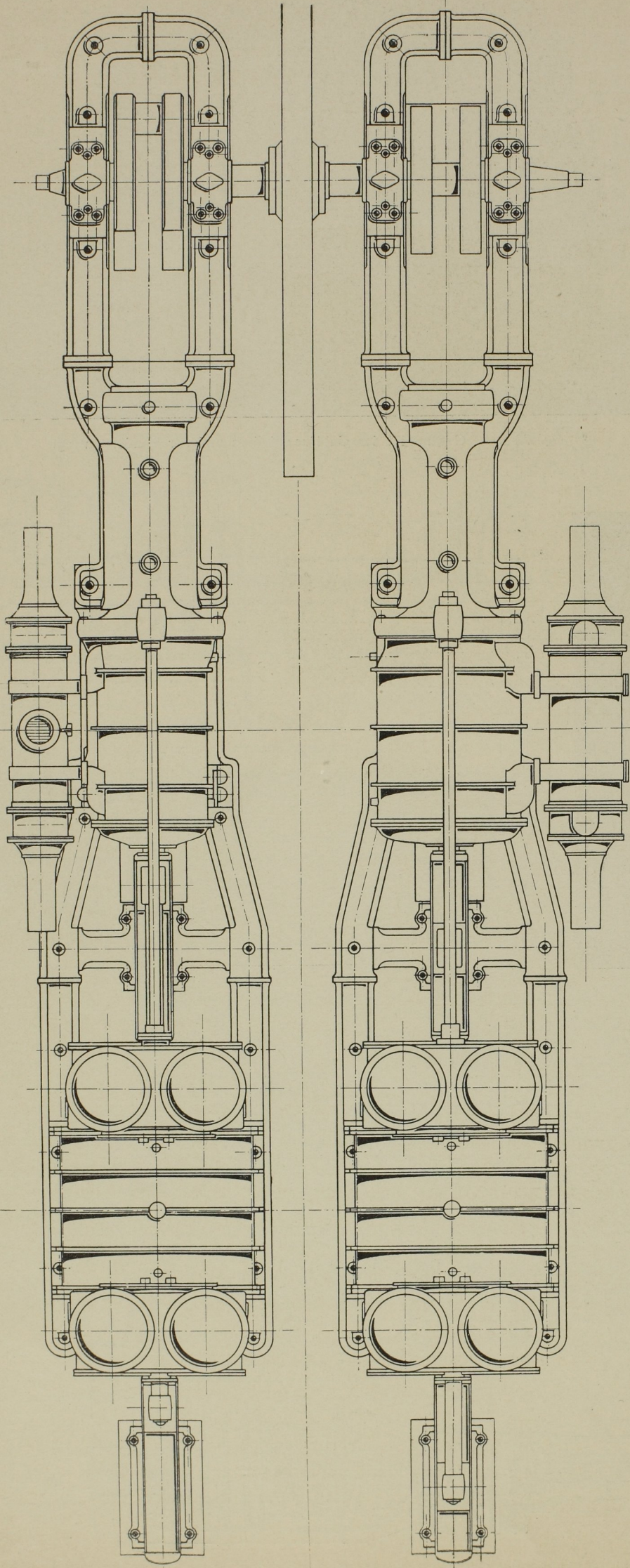


Abb. 9. Grundriss der Gebläsemaschine. Massst. 1:60.

Hochofengebläse II des Eisenwerks Kladno, ausgeführt von Breitfeld, Danek & Co. in Prag.

Da bei der bisherigen langhubigen Maschine der schwächste Theil der langgestreckte Maschinenrahmen war, auch die Zuverlässigkeit des Fundaments zu sehr in Anspruch genommen wurde, so wurde für diese neue Maschine kürzerer Hub (1500 mm) angenommen, weil bei solchem trotz der zunehmenden Cylindergrösse und Triebwerkskraft die Maschinenkräfte im Rahmen viel besser beherrscht werden.

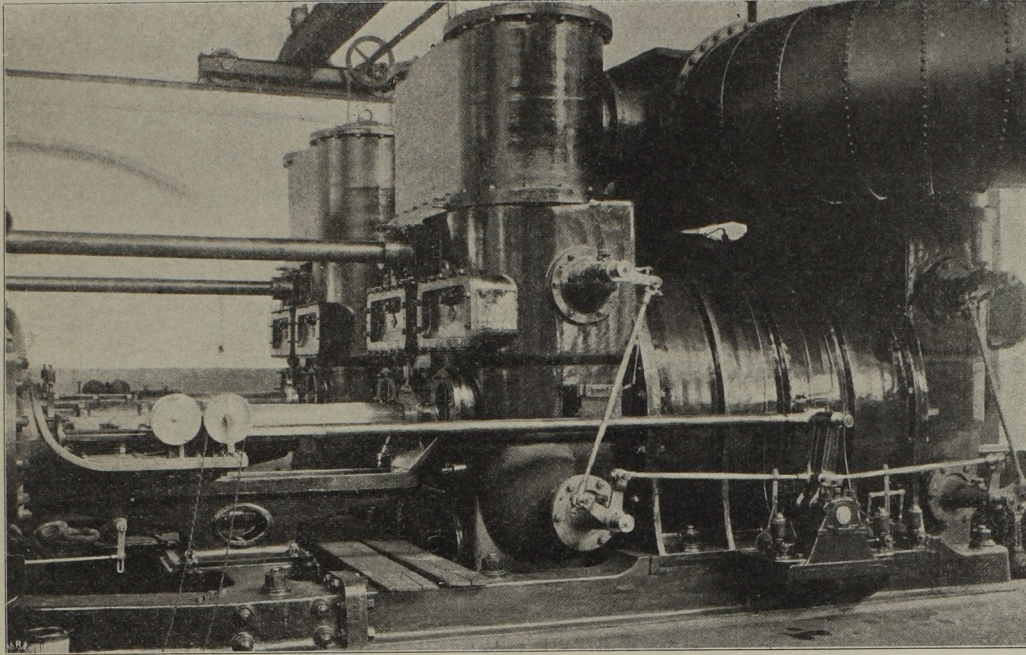


Abb. 10. Gesamtbild des Gebläsecylinders mit Steuerung.

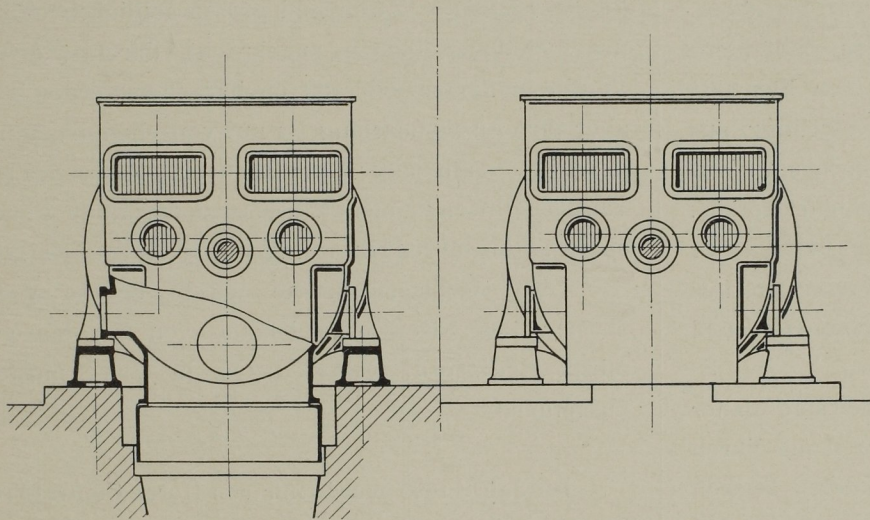


Abb. 11. Stirnansicht der Gebläsecylinder. Massst. 1:60.

### Hochfengebläse III des Eisenwerks Kladno.

Es wurden statt der Stirnkurbeln Wellenkröpfungen ausgeführt, um das einseitige Biegungs- und Drehmoment der Stirnkurbeln zu vermeiden, nur symmetrische Beanspruchung der Welle und ihrer Lager zuzulassen und die Abnutzungsverhältnisse im Wellen- und Kurbelzapfen vollständig zu beherrschen. Da die symmetrisch wirkenden Biegemomente wesentlich geringere Wellenstärke zulassen, stellt sich diese Anordnung trotz der Doppelkurbel und zweifachen Lager nicht wesentlich theurer als die Anordnung mit gewöhnlichen Stirnkurbeln, wenn deren Welle und Lager für ebenso niedrige Beanspruchungen richtig berechnet wird.

Thatsächlich hat dieses Triebwerk ebenso wie das von anderen, in gleicher Weise gebauten grossen Gebläsemaschinen vom ersten Anlassen an tadellos entsprochen. Die Dampfeylinder habe ich leider noch mit Kolbensteuerung bauen lassen.

Für den Windcylinder waren bei maximal 50 Umdrehungen minutlich und Windpressungen bis 0,6 Atm. Klappen nicht verwendbar; es mussten Ventile ausgeführt werden. Die Wahl konnte nur nach zwei Richtungen getroffen werden:

entweder gut geführte Ventile, die dann wegen der Führung grosses Gewicht und grosse Masse besitzen mussten und daher Luftpuffer nothwendig machten, um die Massenbewegung zu beherrschen,

oder Ventile ohne strenge Führung, aber von geringstem Gewicht und geringster Ventilmasse.

In ersterer Hinsicht lagen damals die inzwischen an den beiden Stahlwerksgebläsen in Haspe (S. 19) gemachten Erfahrungen vor, und die Lösung der neuen Aufgabe wäre auf grund dieser Erfahrungen wohl möglich gewesen, aber die Ausführung schien mir für eine so grosse Gebläsemaschine schwierig.

Ich wählte deshalb den zweiten Weg und suchte ein Ventil zu schaffen, welches einer genauen Führung überhaupt nicht bedarf, daher von Nebenwiderständen der Führung ganz frei ist, an den Sitz-

rädern und noch einmal in der Mitte unterstützt ist, sodass rechnermässig ein Blech von  $\frac{1}{2}$  mm für den Winddruck schon ausreichend stark ist und das Ventil so leicht als möglich wird (Abb. 14).

Die zweckmässigste Ventilform war die einfache ringförmige Platte. Unzweifelhaft ist durch keine andere Ventilform geringere Masse, geringerer Widerstand möglich, die beide bei raschem Gange und bei Hochfengebläsen eine wesentliche Rolle spielen. Die Frage war aber, ob die Führung solcher Ringe nur an vier Stellen des dünnen Ventilrandes genügend und die Masse, ohne Anwendung von Luftpuffern, nicht doch zu gross sein würde.

Die Ventilringe wurden anfänglich, um sichere Bewegung zu erhalten, nicht wie bei den späteren Gebläsen als Blechringe ohne eigentliche Führung, sondern mit aufgebogenem Rand hergestellt und ausserdem abgedreht und aufgeschliffen. Als Material wurde Flusseisen gewählt.

Die Steuerung für den Zwangsschluss liess sich in einfacher Weise von der Dampfmaschinensteuerung ableiten (Abb. 10) und wurde von einem Zwischenhebel in der Mitte des Windeylinders nach beiden Enden des Cylinders zu den Saugventilen und nach aufwärts durch eine Kuppelungsstange zu den Druckventilen übertragen. Die Steuerung wurde dabei so eingerichtet, dass der Ventiltänger gesteuert und durch den Steuerungsantrieb vom Ventil abgehoben wurde, wenn dieses sich öffnen sollte, und gegen das Hubende herabgedrückt wurde, sodass die Ventilringe auf den Sitz gedrückt oder ihm genügend genähert wurden. Der todt Weg während  $90^\circ - \delta$  sollte in der Uebertragungsstange für alle Windventile gemeinsam aufgenommen werden, was sich nicht bewährte und die Verlegung der Federn nach den einzelnen Ventilen nothwendig machte. Zwischen dem Ventiltänger selbst und der Hubbegrenzung waren kurze Spiralfedern eingeschaltet.

Die erwähnten, mit umgebördelten Rändern versehenen Ventilringe aus 1, später  $1\frac{1}{2}$  mm starkem Blech haben sich nicht bewährt; sie waren zwar gut dicht, aber brachen zu häufig, ob infolge von Materialfehlern oder infolge Klemmens der Ringe in der Führung, konnte nicht festgestellt werden. Die Herstellung aus weicherem Metall, das Ausglühen der Ringe u. s. w. half nur wenig; der Betriebszustand war nicht befriedigend.

Diesem Uebelstande wurde durch Herrn Direktor Bertrand abgeholfen, der die grossen Ventilringe aus Flusseisen-, später Aluminiumblechen schneiden und roh, ohne jede Bearbeitung, einsetzen liess.

Diese Blechringe ohne Führungsrand sind daher eigentlich gar nicht geführt, sondern werden nur durch die 4 schmalen Führungsrippen gehindert, seitlich weggeblasen zu werden. Diese Ringe ohne jede Bearbeitung und Führung haben gut entsprochen, sie werden nach einigen Betriebstagen vollkommen dicht. Die Führungsrippen und Blechränder zeigten nach längerer Betriebszeit keine sichtbare Abnutzung. Die Dauer der Ventilringe war aber nur bei den Saugventilen ausreichend lang, bei den Druckventilen musste zwischen Ventil und Fänger ein Lederring lose aufgelegt werden, der die Berührung zwischen Ventil und Hubbegrenzung elastisch gestaltete. Seither ist die Haltbarkeit der Druckventile gleichfalls genügend.

Im Laufe des Betriebs hat sich als Erfahrung herausgestellt: die Luftströmung hebt den ausserordentlich leichten Ventilring so rasch vom Sitz gegen die Hubbegrenzung, dass eine seitliche Ablenkung und

damit irgendwelche nennenswerthe Beanspruchung der Führung nicht stattfindet, obwohl der Kanal von den Saugventilen zum Windeylinder knapp neben den Ventilen abzweigt.

Das Ventil bedarf daher keiner Führung, und deshalb ist die leichte Bauart und das widerstandsfreie Spiel möglich. Die Masse ist so gering, dass ein messbarer Eröffnungsüberdruck nicht auftritt und die Massenwirkung des Ventils verschwindet. Bei dieser freien Ventilerhebung ohne Führungszwang wird das Ventil bei jedem Hub etwas verschoben oder verdreht. Die Sitze gelangen nie in denselben Punkten übereinander, sondern wechseln fortwährend. Durch diese wechselnde Berührung entsteht aus der unbearbeiteten Sitzfläche in kurzer Zeit eine matt glänzende, genaue Fläche, die vollständig dicht ist und unbegrenzte Haltbarkeit hat.

Ein weiterer Vorzug ist der, dass das Ventil nicht flattert, sondern sich rasch auf vollen Hub hebt und dann durch Zwangsschluss dem Sitz wieder genähert wird.

Die Ventile können nicht flattern, weil sie keine Hemmung in der Führung erfahren und weil mit ihnen keine Federn unmittelbar in Zusammenhang stehen. Die kurzen Federn des Hubbegrenzungsrings können keinen Einfluss auf die Ventilbewegung ausüben.

Mangelhaft ist bei diesem Gebläse die Zugänglichkeit der Ventile. Zwar sind grosse seitliche Oeffnungen mit Verschlussdeckeln angebracht, durch welche die Ventile und Sitze jederzeit nachgesehen werden können, aber ihre Auswechslung ist nur von oben möglich, was bei Arbeiten am Saugventil auch das Ausbauen des Druckventils nothwendig macht. Das ist zu umständlich; bei den späteren Ausführungen wurde dieser Mangel vermieden.

Diese Gebläsemaschine wurde ebenso wie die übrigen des Eisenwerks Kladno von der Maschinenfabrik Breitfeld, Danek & Co. in Prag musterhaft ausgeführt.

Im Jahre 1896 wurde mir von Herrn Centraldirektor Wittgenstein der Entwurf eines neuen Stahlwerksgebläses für das Hüttenwerk der Böhmisches Montangesellschaft in Königshof übertragen (Abb. 12—19).

Hierbei wurde liegende Bauart der Maschine und Zwillings-Dampfmaschine verlangt, im übrigen mir vollständig freie Hand gelassen, aber auch die volle Verantwortung zugewiesen.

Für das Königshofer Stahlwerk wurde eine liegende Maschine, gleichfalls von 1,5 m Hub, ausgeführt. Anstelle der unvollkommenen Kolbensteuerung erhielt die Dampfmaschine Ventilsteuerung. Für den bei Zwillings-Dampfmaschinen besonders hohen summirten Anfangs-Dampf- und Winddruck war die An-



ordnung der gekröpften Welle anstelle der Stirnkurbeln besonders geboten, und durch diese Bauart war allen Schwierigkeiten aus dem Wege gegangen.

Die Steuerungswellen für die Dampf- und Windsteuerung liegen aussen. Der Antrieb der Windsteuerung (Abb. 12 u. 13) erfolgt durch unrunde Scheiben und Uebertragungsrollen. Der Uebertragungshebel oberhalb der Steuerscheibe sitzt unmittelbar auf der Steuerspindel des Saugventils. Durch eine Kuppelungsstange wird der Zwangschluss nach oben auf das Druckventil übertragen. Die untere Gegenrolle zwingt zur beständigen Rollenberührung mit der Steuerscheibe.

Wesentlich für den vorzüglichen Erfolg dieser Maschine ist das einfache Ventil, nur aus einem Ring bestehend, und seine vorzügliche Zugänglichkeit. (Abb. 14.)

Durch Einfügung einer Mitteltragrippe war ein einziger breiter Ring ausreichend und damit die ganze Anordnung der Hubbegrenzung und Steuerung sehr vereinfacht. Der Ventilring ist durch 4 schmale Rippen geführt. Die Verschlussdeckel sind in Gelenken drehbar, sind aber nicht abzuheben, sondern wegzudrehen. Die Befestigungsschrauben sind nur zu lockern und in Gelenken drehbar. Die mittleren für beide Deckel gemeinsam dienenden Schrauben sind mit wegdrehbaren Platten versehen. Bei solcher Anordnung war vollständige Auswechslung eines Ventils in 5 Minuten gewährleistet. Sie wurde aber bequem in 2 Minuten einschliesslich betriebsfertigen Einlegens eines neuen Ventilringes erreicht. Damit die vierte Führungsrippe das Herausziehen des Ventilringes nicht stört, ist sie am Verschlussdeckel selbst angebracht. Bei offenem Deckel kann daher, selbst wenn der Ventiltfänger tief steht, der Ventilring sofort seitwärts herausgezogen werden.

Den Herren General-Direktor von Hell und Direktor Sjögren habe ich für die bereitwillige Förderung meiner Arbeit gebührend zu danken.

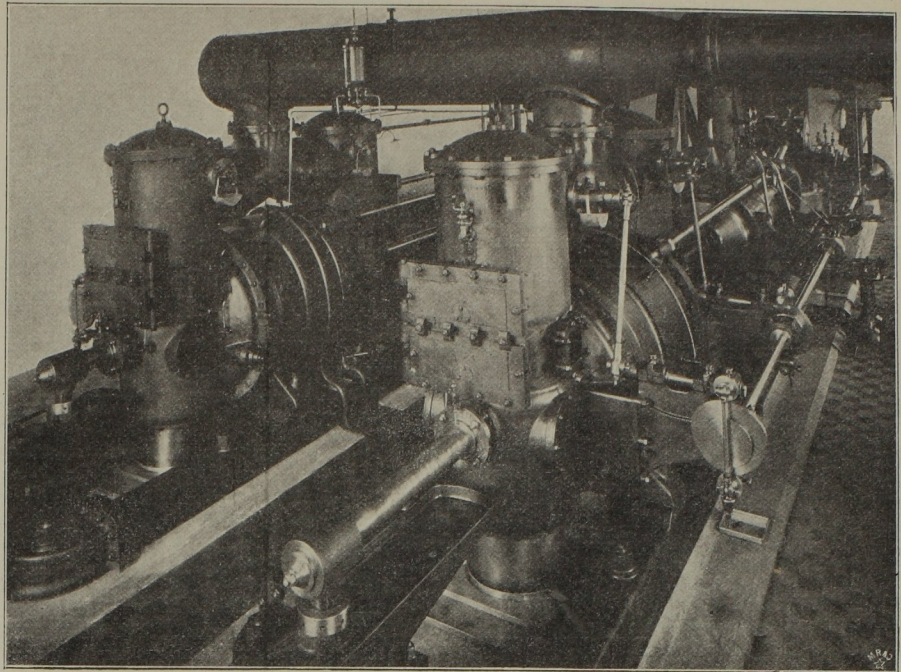


Abb. 12. Gesamtbild des Stahlwerksgebläses Königshof.

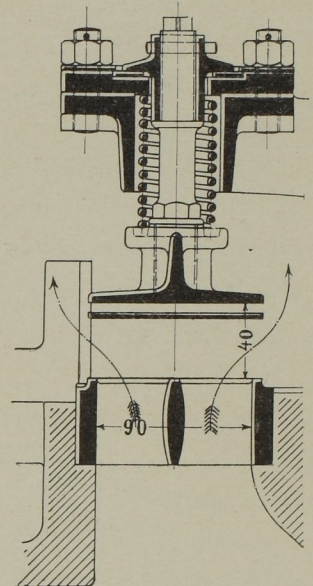


Abb. 14. Ventil. Massst. 1:4.

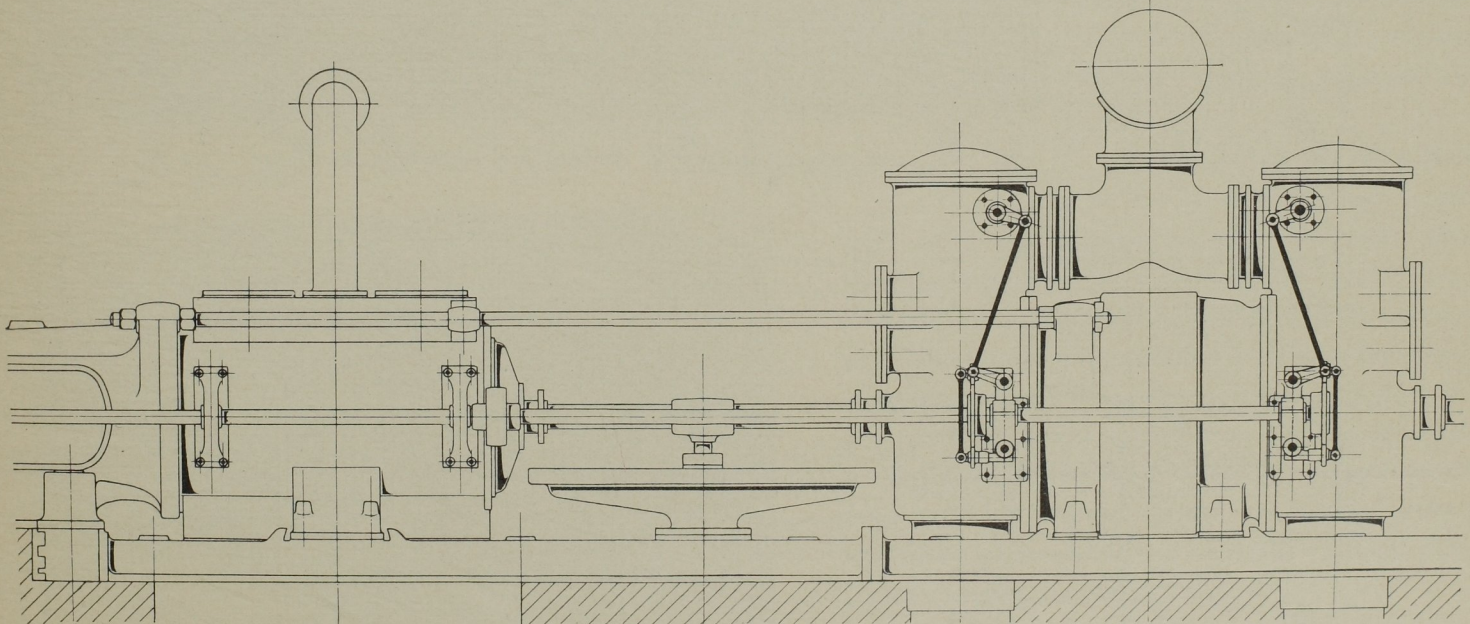


Abb. 13. Seitenansicht der Gebläsemaschine. Massst. 1:50.

Stahlwerksgebläse Königshof, ausgeführt von Breinfeld, Danek & Co. in Prag.

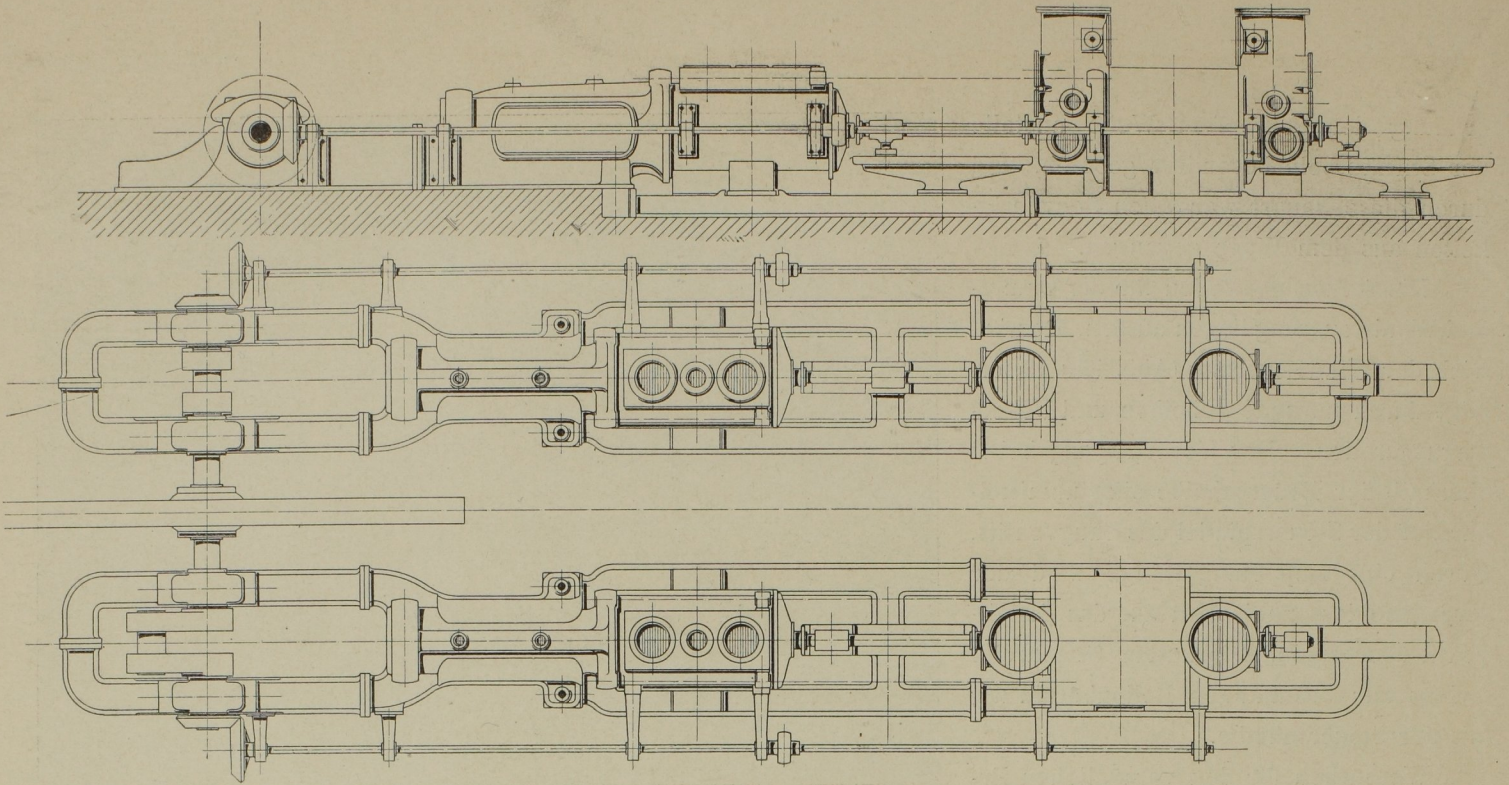


Abb. 15. Seitenansicht und Grundriss der Gebläsemaschine. Masst. 1:125.

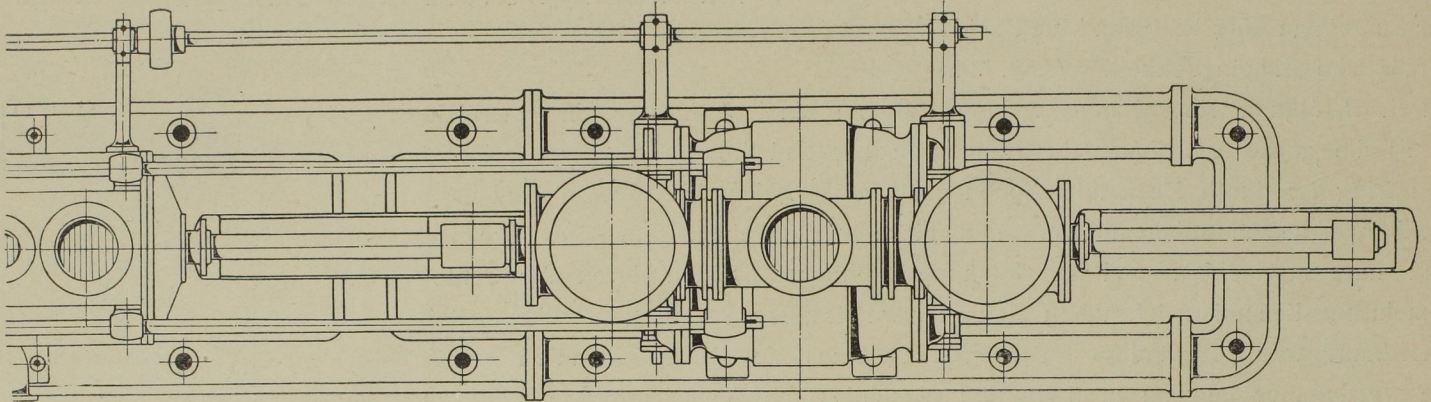


Abb. 16. Grundriss des Windcyinders. Masst. 1:50.

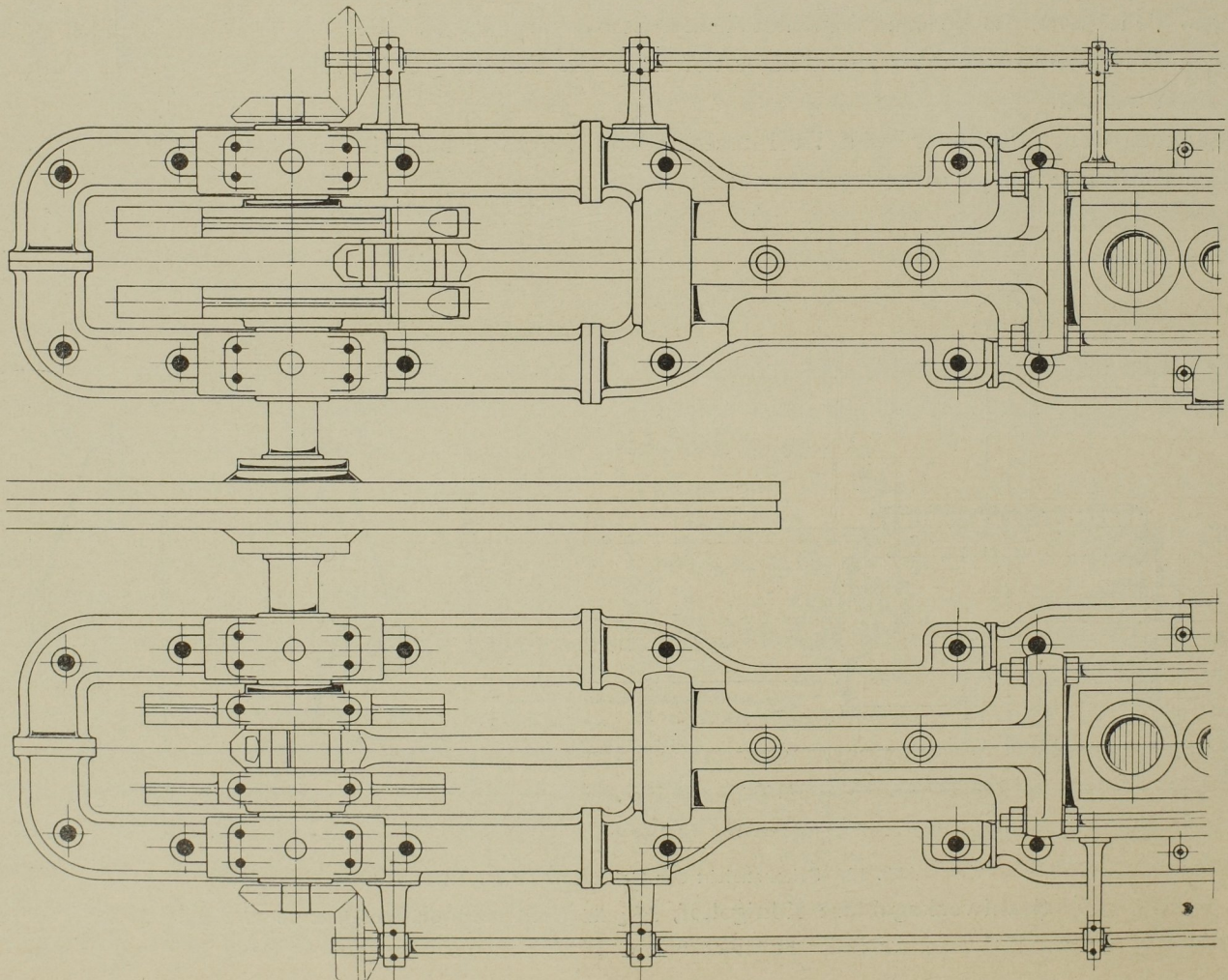


Abb. 17. Grundriss des Triebwerks. Masst. 1:50.  
 Stahlwerksgebläse Königshof, gebaut von Breitfeld, Danek & Co. in Prag.

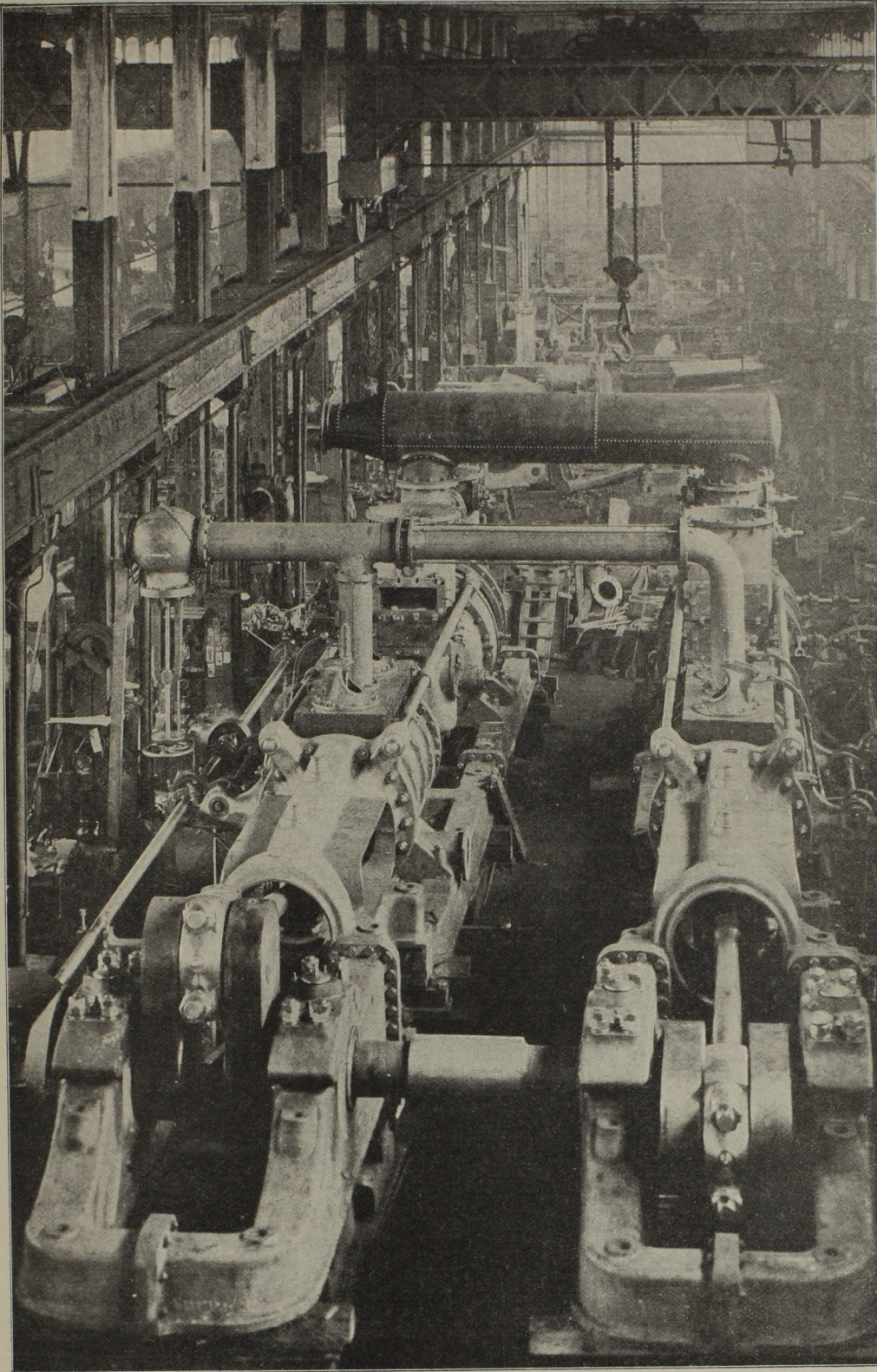


Abb. 18. Stahlwerksgebläse Königshof. Gesamtbild der Maschine.

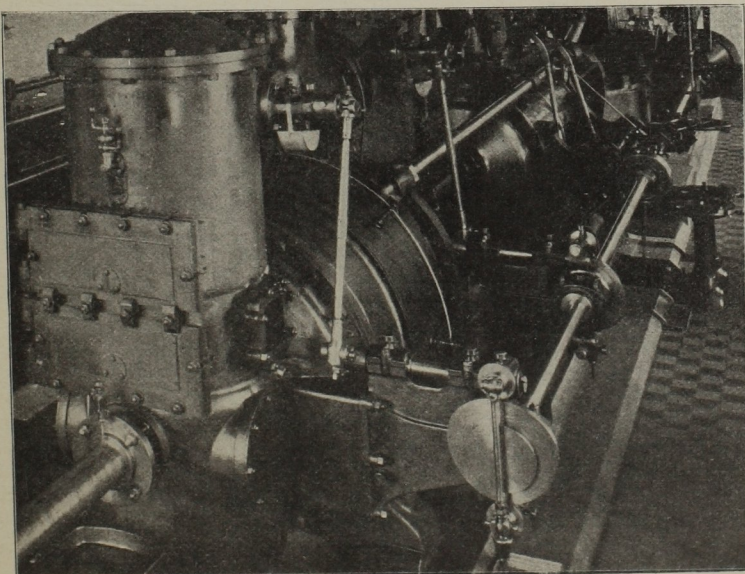


Abb. 19. Stahlwerksgebläse Königshof. Ansicht der Steuerung.

Nach erfolgreichem Betriebe dieses Gebläses wurde für die Karl Emils-Hütte in Königshof auch ein neues Hochofengebläse in gleicher Bauart gebaut und gleichfalls der Maschinenfabrik Breitfeld, Danek & Co. in Prag in Auftrag gegeben (Abb. 20–25):

1250 cbm minüt. Ansaugleistung bei 60 Umdr. 0,75 Atm. Pressung. 2 Windcylinder von 2200 mm Durchmesser, 1500 mm Hub. Dampfmaschine 1070 und 1500 mm.

Beim Entwurf dieses Gebläses waren die günstigen Erfahrungen mit dem Stahlwerksgebläse vollständig auszunutzen; dies geschah durch:

Anordnung nur eines Ventilkastens mit einem Ventil (Abb. 23) statt des Doppelkastens beim Kladnoer Gebläse (Abb. 9);

Anordnung der Ventilringe derart, dass nach Oeffnen der seitlichen Verschlussdeckel ebenso wie beim Stahlwerksgebläse die Ventilringe bei jeder Stellung der Steuerung ohne Ausbau weiterer Theile herausgenommen und ersetzt werden können;

Anordnung der Ventilsteuerung derart, dass die Massenbeschleunigungen der Gestänge theile keine Schwierigkeit bereiten.

Das Modell der Maschine ist in wesentlichen Theilen dasselbe wie beim Hochofengebläse in Kladno und beim Stahlwerksgebläse Königshof. Der Hochdruck-Dampfcylinder ist mit zwangläufiger Ventilsteuerung, der Niederdruckcylinder mit Rundschieber-Steuerung ausgeführt. Auf jeder Seite des Windcylinders ist nur ein Ventilkasten in der Mitte angebracht, und in diesen sind zwei Ringventile eingebaut; jeder Ring ist durch eine Mittelrippe unterstützt, sodass wie beim Stahlwerksgebläse sehr leichte Ringe verwendet werden konnten.

Da die Führung der beiden Ventilringe das seitliche Herausziehen der Ringe nicht stören durfte, so wurde diese Führung für beide Ringe gemeinsam zwischen beide Ringe verlegt und als schwerer, im übrigen aber lose eingesetzter Ring





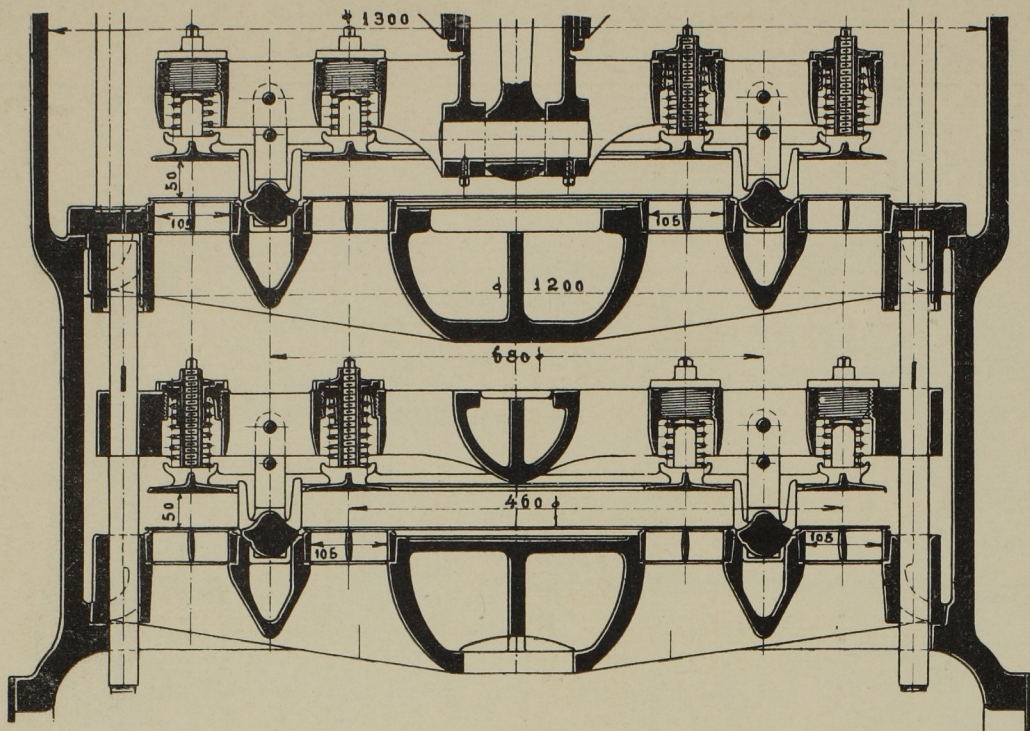


Abb. 24. Schnitt durch den Gebläseventilkasten. Masst. 1:10.

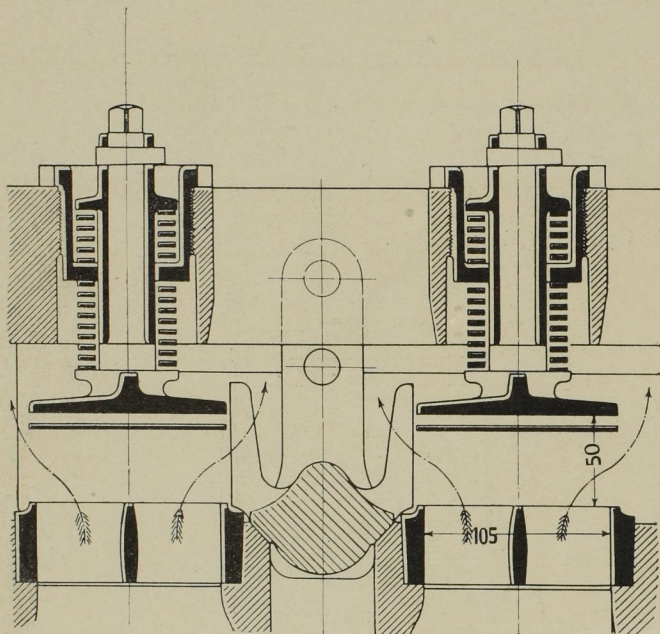


Abb. 25. Schnitt durch das Gebläseventil. Masst. 1:4.

ausgeführt. Dieser Ring konnte mittel eines als Mitnehmer eingesetzten Zapfens durch die Steuerung hochgezogen werden, sodass dann unter der Führung hindurch die Ventilringe seitwärts herausgezogen werden konnten (Abb. 25). Es war in dieser Weise auch für die inneren Ringe dieselbe Zugänglichkeit der Ventile erreicht wie beim Stahlwerksgebläse. Die seitlichen Verschlussdeckel erhielten dieselbe Befestigungsart mit Gelenkschrauben u. s. w., sodass rasches Öffnen gesichert war.

Der Antrieb für den Zwangschluss der Windventile erfolgt wieder durch die verlängerte Steuerwelle mittel unrunder Scheiben und Uebertragungsrollen (Abb. 22).

Nach Ausführung dieses Hochofengebläses erhielt die Maschinenfabrik Breitfeld, Danek & Co. von der Prager Eisenindustrie-Gesellschaft den Auftrag, ein

neues Stahlwerksgebläse für das Eisenwerk Kladno mit gleicher Anordnung der Windcylinder wie in Königshof zu bauen.

Dieses Gebläse ist in Abb. 27–31 dargestellt. Die Verbund-Dampfmaschine hat am Hoch- und Niederdruckcylinder Ventilsteuerung. Beachtenswerth ist die Anordnung des Maschinistenstandes, der nicht, wie bei liegenden Maschinen üblich, neben die Maschine, von wo aus der Maschinist alle Theile gar nicht überblicken kann, sondern auf eine Plattform oberhalb des Hochdruckcylinders verlegt ist, von wo aus Absperrventil, Ent-

wässerung und sonstige Armatur, sowie der Hebel für die Expansionsverstellung zugänglich sind und die ganze Maschine viel besser überblickt werden kann als neben der Maschine. Die Ventilkasten für die Windventile sind in der Mitte jedes Cylinderdeckels angebracht.

Die Anordnung der Steuerung ist aus Abb. 27 in der Seitenansicht, in photographischer Aufnahme aus Abb. 28 ersichtlich und im wesentlichen dieselbe wie in Königshof.

Die Diagramme Abb. 26, an den vier Cylinderseiten der Maschine bei minutlich 40 Umdrehungen und 2 Atm. Winddruck abgenommen, zeigen die vorzügliche Wirkung der Ventile.

Die Maschinenfabrik Breitfeld, Danek & Co. erhielt dann weiter den Auftrag auf Lieferung eines Hochofengebläses gleicher Bauart für die Gesellschaft der Metallfabriken B. Hantke in Czentochau.

Ansaugleistung 1200 cbm minutlich bei 58 Umdr. 1 Atm. Pressung. 2 Windcylinder von 2200 mm Dchm., 1500 Hub. Dampfmaschine von 1150 und 1750 mm Cyl.-Dchm.

Durch diese fortschreitend verbesserte Konstruktion wurde ein Gebläsemaschinentypus geschaffen, der immerhin hohen Anforderungen genügte.

Sein Vorzug waren: Windventile von bisher nicht erreichter geringer Masse, die sicher funktionieren, nicht flattern und keine schädlichen Nebenbewegungen oder Widerstände in den Führungen hervorrufen. Die Druckdiagramme zeigen wegen des geringen Massenwiderstandes keinen Ueberdruck der Massenbeschleunigung und gleichmässige Ventilerhebung. Die Ventile sind vorzüglich dicht und leicht herstellbar.

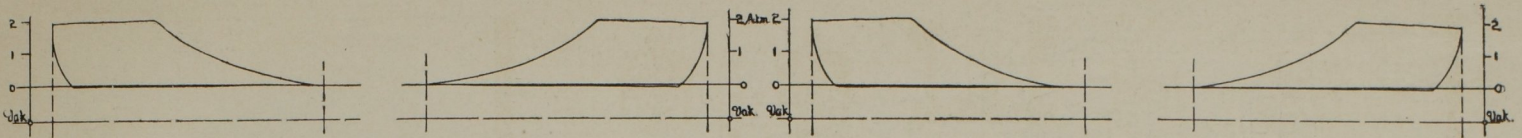


Abb. 26. Winddiagramme.

Als Nachteile waren zu tragen: die umständlichere Steuerung des Ventiltäfers und die Nothwendigkeit, die leichten Ventilringe liegend anzuordnen, wobei unvermeidlich der schädliche Raum grösser wird als bei Anordnung der Ventile im Deckel. Ausserdem ist die Masse trotz der leichten Ventilringe doch noch so gross, dass ohne Luftpuffer Brüche der Ventilringe häufig vorkommen.

Ich halte deshalb die Verwerthbarkeit dieser leichten Ventilringe ohne eigentliche Führung für beschränkt auf Gebläse mit einer Höchst-Kolbengeschwindigkeit von etwa 3 m und Umdrehungszahlen bis etwa 40 minutlich. Für Geschwindigkeiten, die wesentlich darüber liegen, und insbesondere für die grossen Geschwindigkeiten, welche die Gasmotoren in den Gebläsebetrieb bringen werden, sind sie kaum noch geeignet.

Diese Schwierigkeiten können nur durch genau geführte Ventile bekämpft werden. Ueberhaupt ist das gutgeführte Ventil das sicherste Steuerungsorgan, nur hinsichtlich der bewegten Massen unvortheilhafter. Andererseits wieder bietet das geführte Ventil das Mittel, Pufferwirkungen zur Beherrschung der Massen bequem anzubringen, was beim lose beweglichen Ventilringe unmöglich ist. Unter allen Umständen müssen aber auch bei diesen Ventilen Federn u.s.w. grundsätzlich vermieden werden, weil sie das unvermeidliche Flattern in das Ventilspiel hineinbringen.

Diese zweite Konstruktion: Ventile mit genauer Führung und mit Pufferwirkung, habe ich beim Bau verschiedener Gebläse benutzt und ausgebildet, und zwar überall dort, wo grosse Windpressungen und sehr veränderliche Betriebsverhältnisse zu erwarten waren.

Die erste Ausführung auf diesem Konstruktions-

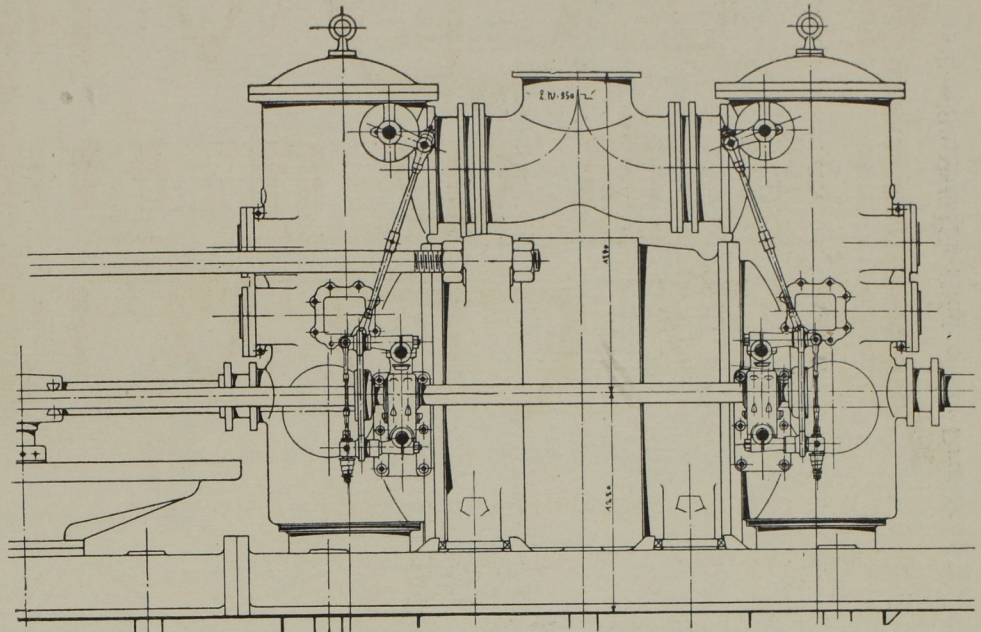


Abb. 27. Windcylinder und Steuerung. Masst. 1:40.

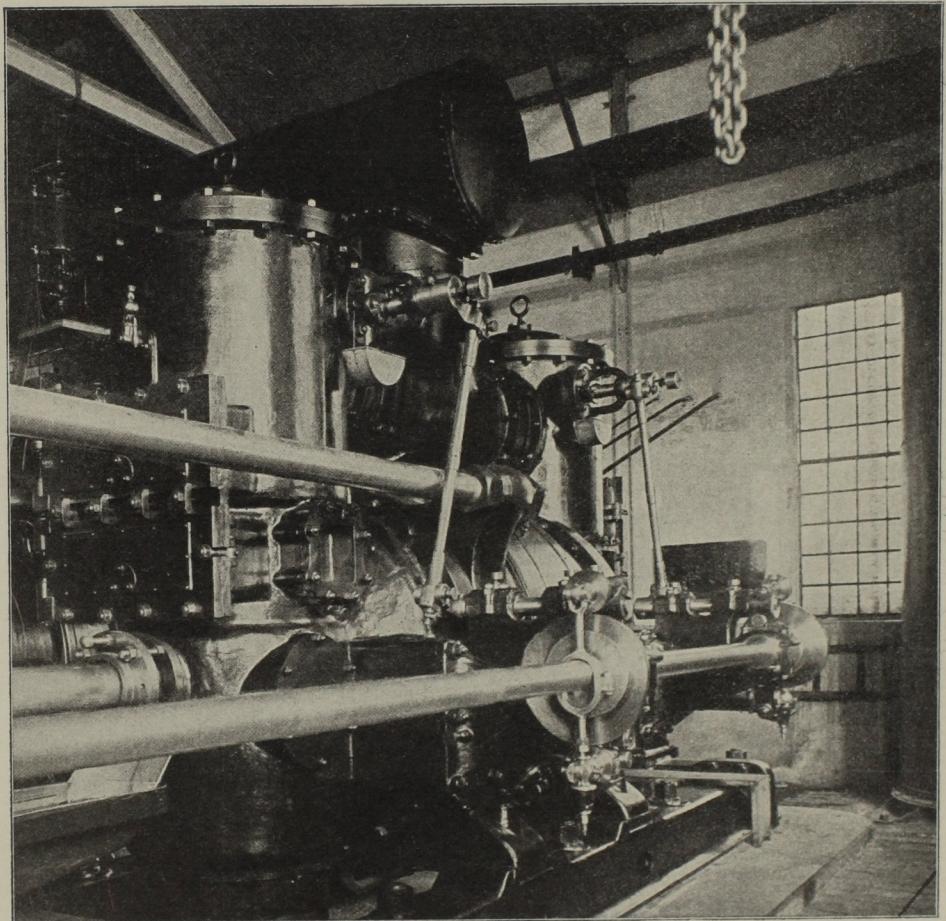


Abb. 28. Ansicht der Windsteuerung.

**Stahlwerks-Gebläse in Kladno**, gebaut von Breifeld, Danek & Co. in Prag.

wege war das Stahlwerksgebläse Heft der Oesterr.-Alpinen Montangesellschaft, veröffentlicht in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1884.

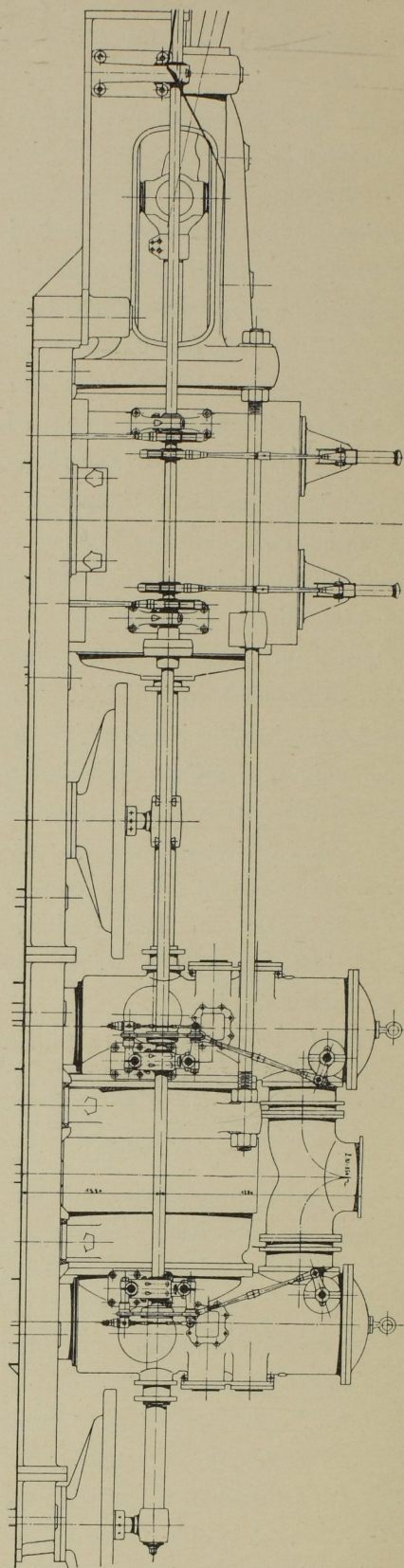


Abb. 29. Seitenansicht der Dampf- und Windzylinder. Massst. 1 : 60.

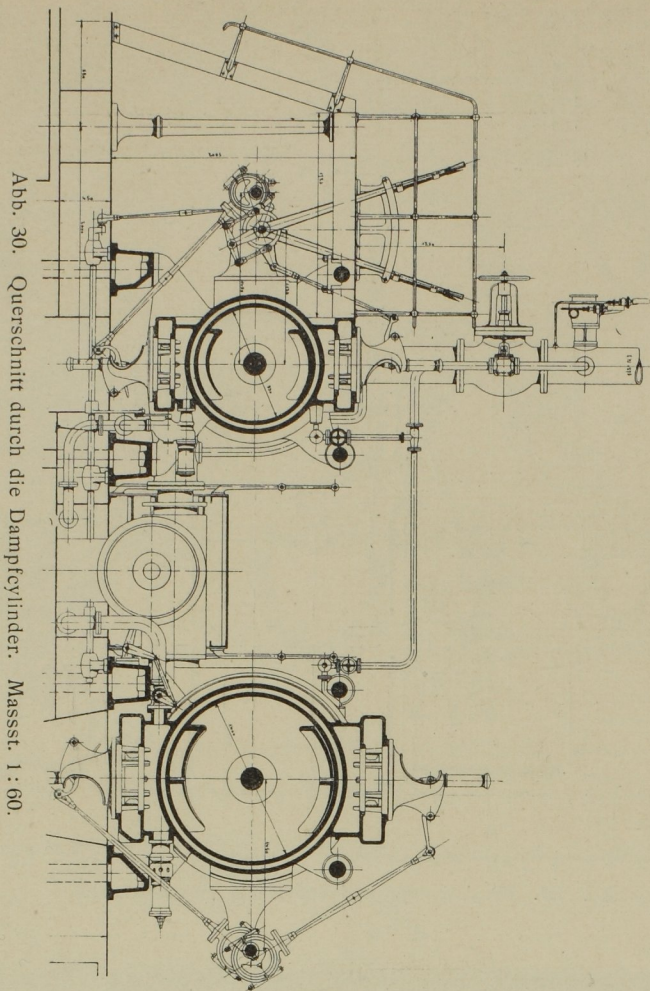


Abb. 30. Querschnitt durch die Dampfzylinder. Massst. 1 : 60.

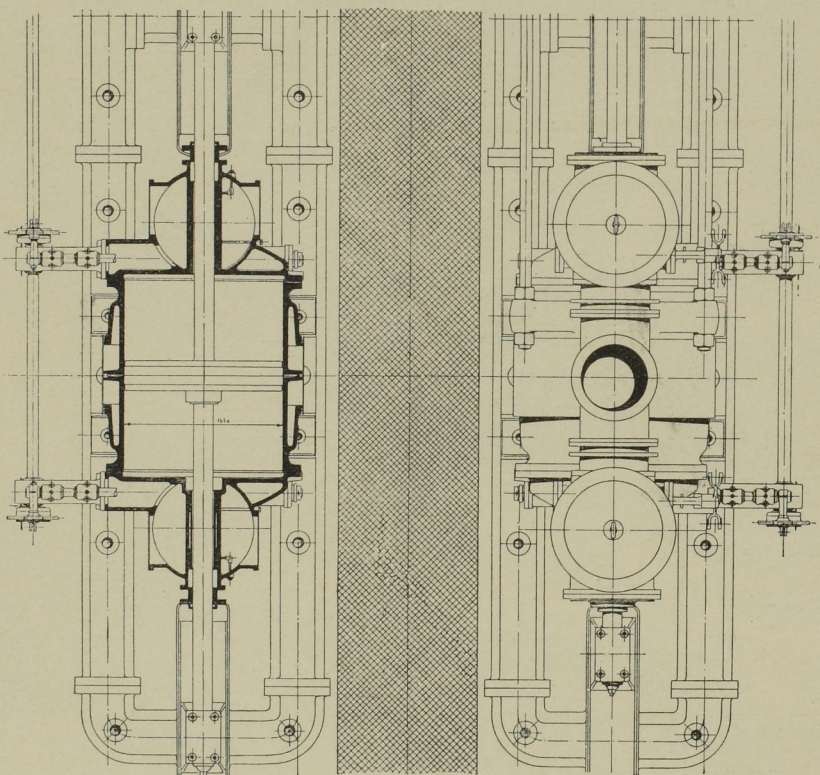


Abb. 31. Grundriss und Längsschnitt des Windzylinders. Massst. 1 : 60.

Dieses Gebläse, obwohl es vom ersten Anlassen an entsprochen hat, ist sehr mangelhaft: die Ventile sind zu schwer, der Antrieb zu umständlich, die Bedingungen für raschen Gang sind nicht erfüllt.

Noch mehr muss ich ein 1883 von der Union in Essen nach meinem Entwurf für die Henrichs-Hütte bei Hattingen (Abb. 32 und 33) ausgeführtes Hochofen-

gebläse als erfahrungslose Jugendarbeit bezeichnen. Die Ventile und ihre Führung an sich sind richtig, aber ihre Luftpuffer sind unzureichend, und der Antrieb der Ventile ist unter aller Kritik schlecht. Sämtliche Fehler fallen nur mir zur Last.

Zu gleicher Zeit hatte ich für die Oesterr.-Alpine Montangesellschaft das Stahlwerksgebläse für



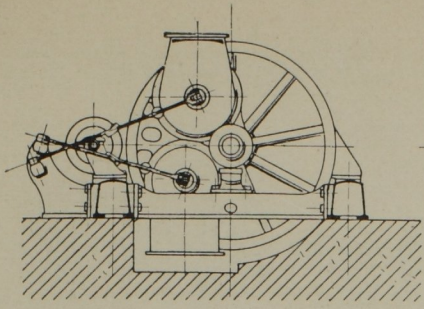


Abb. 32. Steuerungsantrieb (Hattingen).

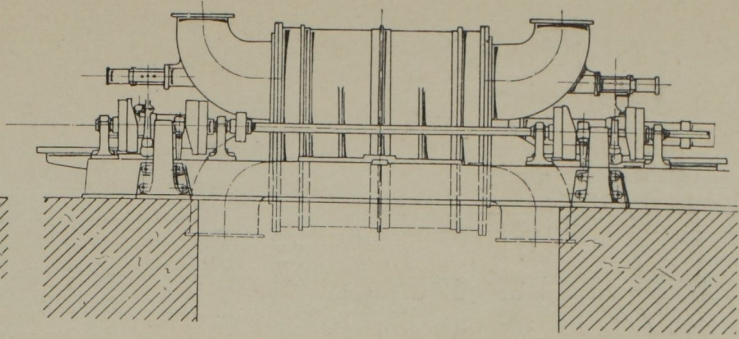


Abb. 33. Windcylinder (Hattingen). Massst. 1:60.

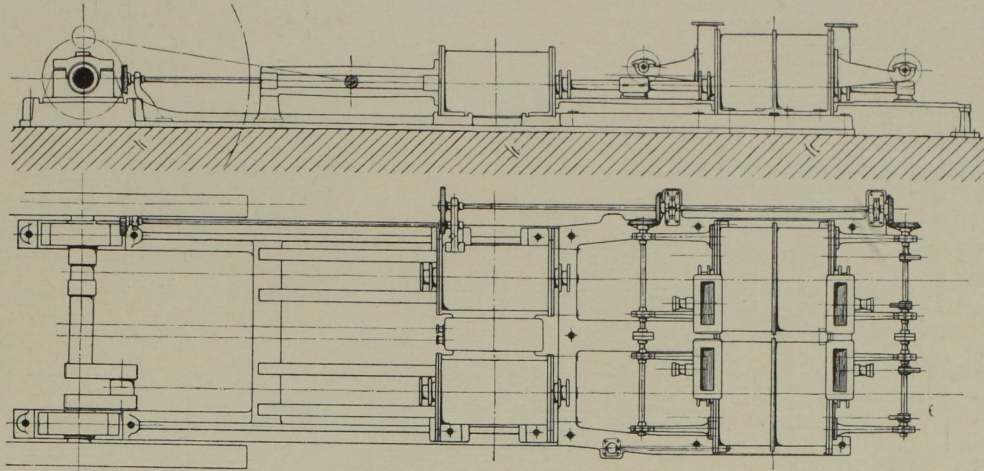


Abb. 34. Seitenansicht und Grundriss. Massst. 1:100.

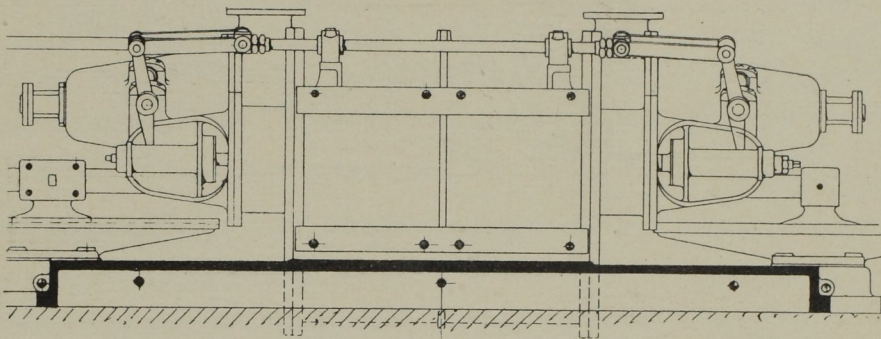


Abb. 35. Windcylinder mit Steuerung. Massst. 1:30.

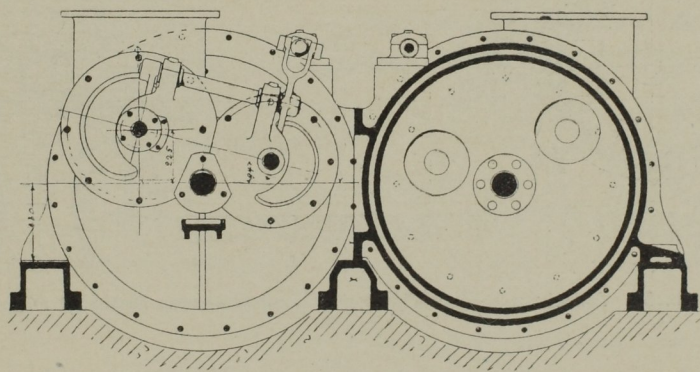


Abb. 36. Stirnansicht und Querschnitt der Windcylinder.

Abb. 34—36. Stahlwerksgebläse in Haspe.

Neuberg zu entwerfen, welches bei minutlich 60 Umdrehungen zu arbeiten hatte und den Anforderungen vollständig entsprochen hat.

1882 habe ich mit der Siegener Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. A. & H. Oechelhaeuser ein kleines Stahlwerksgebläse für Haspe entworfen, dessen Antriebsmaschine vorhanden war (Abb. 34—36). Zu ihr wurde ein neuer Windcylinder

(Abb. 35) hinzugefügt. Der Antrieb für den Zwangschluss der Ventile war zuerst durch Räder geplant (Abb. 34), was aber umständlich schien. Ausgeführt wurde schliesslich ein Antrieb mit unrunder Scheibe auf der Kurbelwelle und Uebertragung durch Rohrgestänge auf die Ventilhebel, wie Abb. 35 zeigt. Dieses Gebläse hat bei 60 Umdrehungen minutlich gut entsprochen.

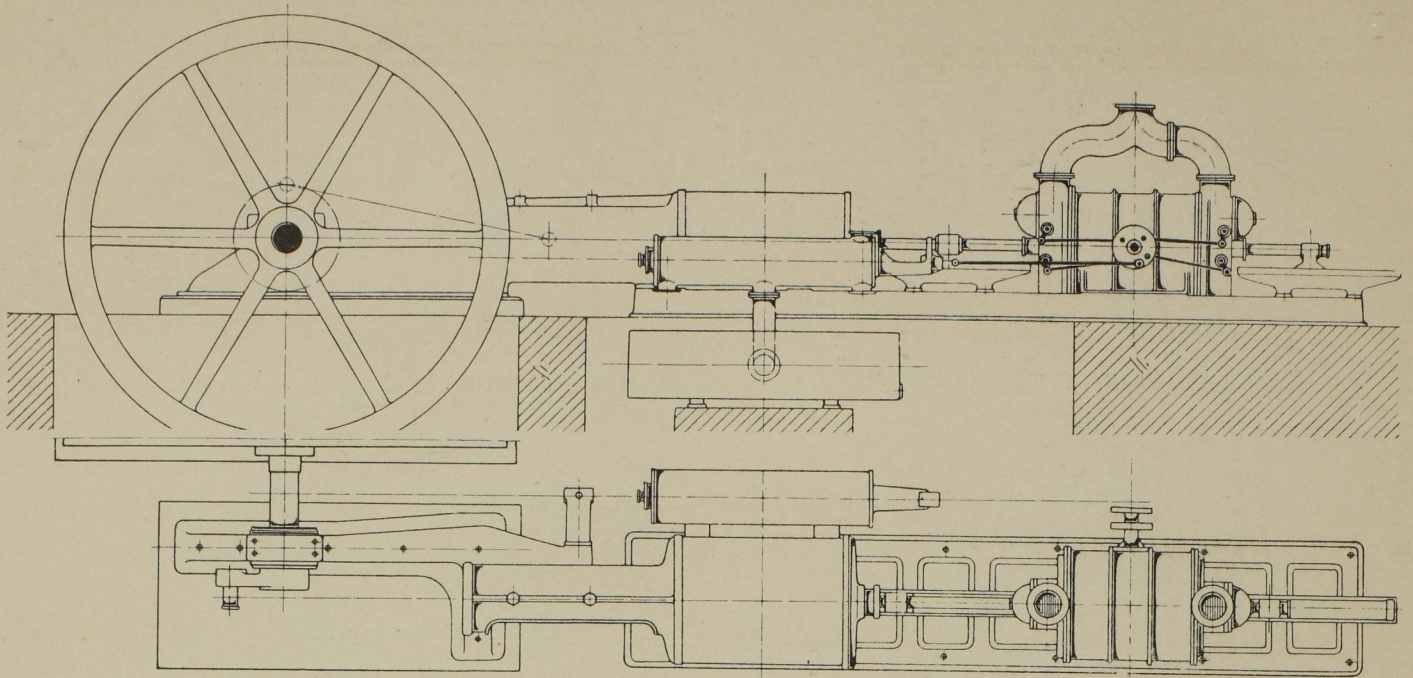


Abb. 37. Seitenansicht und Grundriss. Masst. 1:100.

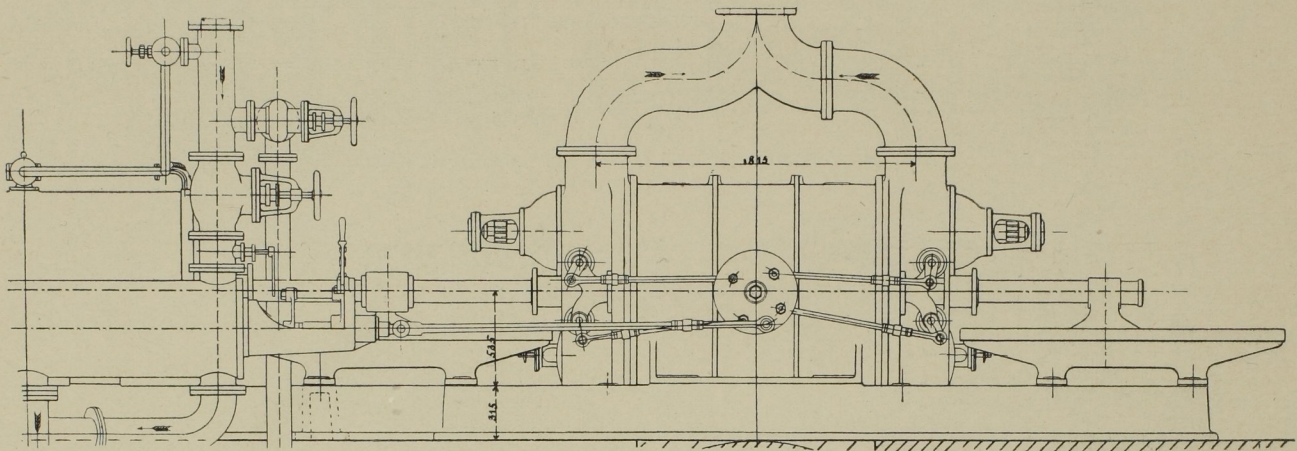


Abb. 38. Windcylinder mit Steuerung. Masst. 1:40.

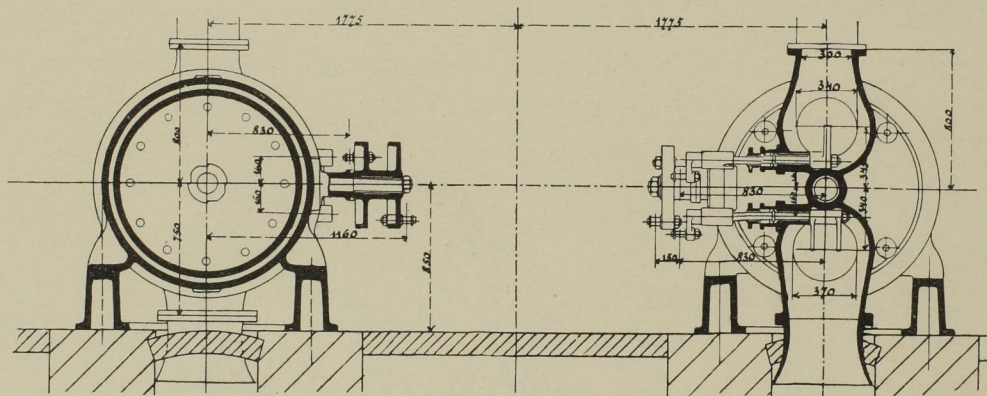


Abb. 39. Ansicht und Querschnitt des Windcylinders. Masst. 1:40.

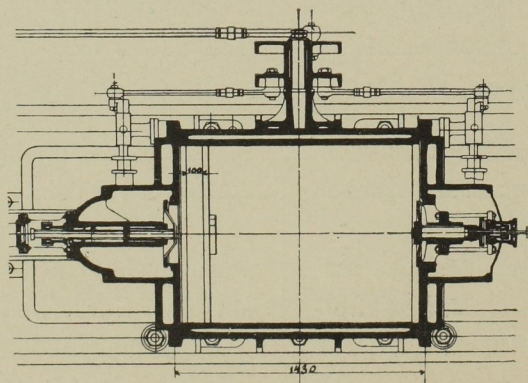


Abb. 40. Schnitt durch den Windcylinder. Masst. 1:40.

Stahlwerksgebläse in Haspe, ausgeführt von der Siegener Maschinenbau-A.-G.

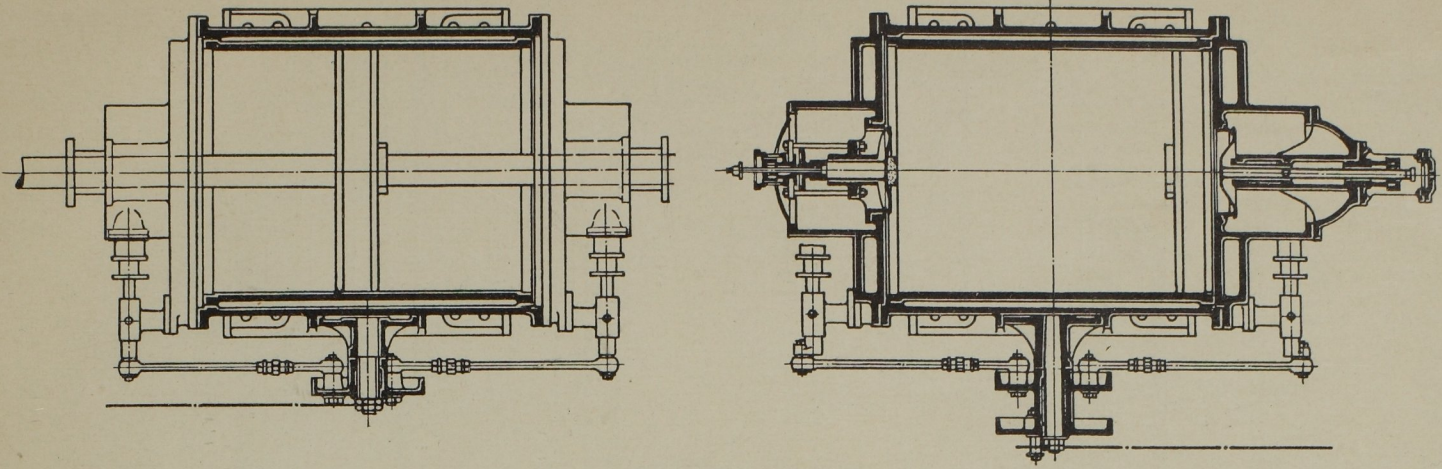


Abb. 41. Windcylinder. Massst. 1:30.

**Stahlwerksgebläse in Haspe**, gebaut von der Siegener Maschinenbau-A.-G. vorm. A. & H. Oechelhäuser.

1888 wurde von derselben Maschinenfabrik ein zweites Stahlwerksgebläse für Haspe gebaut (Abb. 37 bis 41).

Ansaugleistung 240 cbm minutlich bei 60 Umdrehungen. Pressung auf 1,7 Atm. 2 Windcylinder von 1035 mm Durchmesser 1200 mm Hub. Dampfmaschine von 780 und 1100 mm Cylinder-Durchmesser.

Die Windsteuerung erfolgt von der verlängerten Schieberstange der Dampfsteuerung durch Vermittlung einer Schwingscheibe (Abb. 38). Das Saugventil erhielt eine elastische Hubbegrenzung, die zugleich als Puffer bei der Eröffnung wirkt, das Druckventil einen vollständigen Luftpuffer. Auch dieses Gebläse hat den Anforderungen vollständig entsprochen.

### Stahlwerksgebläse für Witkowitz.

1897 erhielt ich von Herrn Generaldirektor Holz den Auftrag, für das Witkowitz Eisenwerk die vollständigen Werkzeichnungen eines grossen Stahlwerksgebläses zu entwerfen. Diese Arbeit habe ich gemeinsam mit Herrn Professor Stumpf durchgeführt.

Verlangt war eine normale Ansaugleistung von 700 cbm minutlich und eine Höchstleistung von 1000 cbm. Gewählt wurden für die Normalleistung 45, für die Höchstleistung 55 Umdrehungen minutlich, als normaler Winddruck 0,33 Atm. Ausgeführt wurde ein liegendes Zwillingegebläse mit Windcylindern von 1700 mm Durchmesser, 1500 mm Hub und Dampfmaschine von 1040 und 1960 mm Cylinder-Durchmesser.

Da sowohl die Betriebsgeschwindigkeit wie die beabsichtigte Steigerung mässig war, aber in anderer Hinsicht hohe Anforderungen gestellt wurden, so konnte ich mich zur Anwendung der in Kladno und Königshof erprobten Ventilkonstruktion nicht entschliessen, hauptsächlich deshalb, weil der unvermeidlich grosse schädliche Raum für eine Maschine von so grossen Abmessungen bedenklich schien und zum Bau noch grösserer Windcylinder gezwungen haben würde. Die Ventiltringe hängend zu bauen, erschien bei einer so grossen Maschine auch zu gewagt. Ein Entwurf des

Gebläses in stehender Bauart, wobei viele dieser Bedenken wegfielen, konnte wegen der Mehrkosten nicht angenommen werden.

Ich entschloss mich deshalb zu genau geführten Ventilen mit Luftpuffern, konnte aber hierbei die vielfachen inzwischen bei Hüttengebläsen und zahlreichen Luftkompressoren gemachten Erfahrungen ausgiebig benutzen. Die Ausführung wurde der Maschinenfabrik Breitfeld, Danek & Co. in Prag übertragen.

Die Anordnung der Maschine zeigen die Abb. 42—51. Das Triebwerk ist nach gleichem Modell wie Königshof und Kladno ausgeführt, nur entsprechend verstärkt. Die Verbund-Dampfmaschine hat am Hoch- und Niederdruckcylinder Corliss-Steuerung, beim Hochdruckcylinder mit Ausklinkung (Abb. 48), beim Niederdruckcylinder zwangsläufige (Abb. 49).

Bei den grossen Abmessungen war besonders auf die Wärmeausdehnung Bedacht zu nehmen, und zwar nicht bloss in der Längsrichtung, sondern bei der grossen Cylinderhöhe auch in senkrechter Richtung. Corliss-Cylinder sind in dieser Hinsicht besonders vorteilhaft, da die gleichmässige Vertheilung der Eisenmassen auch gleichmässige, leicht beherrschbare Ausdehnung bei der Erwärmung ergibt. Es wurde der grosse Dampfzylinder nicht wie üblich unten, sondern in der Mittelachse durch einen Ständer mit Rollenlager unterstützt, auf welchem der Cylinder sich frei und leicht verschieben kann. Die ganze untere Hälfte des Cylinders hängt frei durch und kann sich beliebig ausdehnen.

Es wurde von mir die Bauvorschrift aufgestellt und von der Fabrik eingehalten, dass alle Cylinder und Schiebergehäuse unter Dampf auf die Betriebstemperatur erwärmt und dann erst, im ausgedehnten Zustande, ausgebohrt werden sollten, wie dies in Amerika in guten Fabriken bei allen Corliss-Dampfzylindern geschieht. Wie nothwendig diese Vorsicht war, beweist die Messung, die ergab, dass ohne diese Vorschrift die Cylinder um mehrere Millimeter unrund geworden wären, bezw. sich nach der kalten Ausbohrung soviel durch Erwärmung geworfen haben würden.

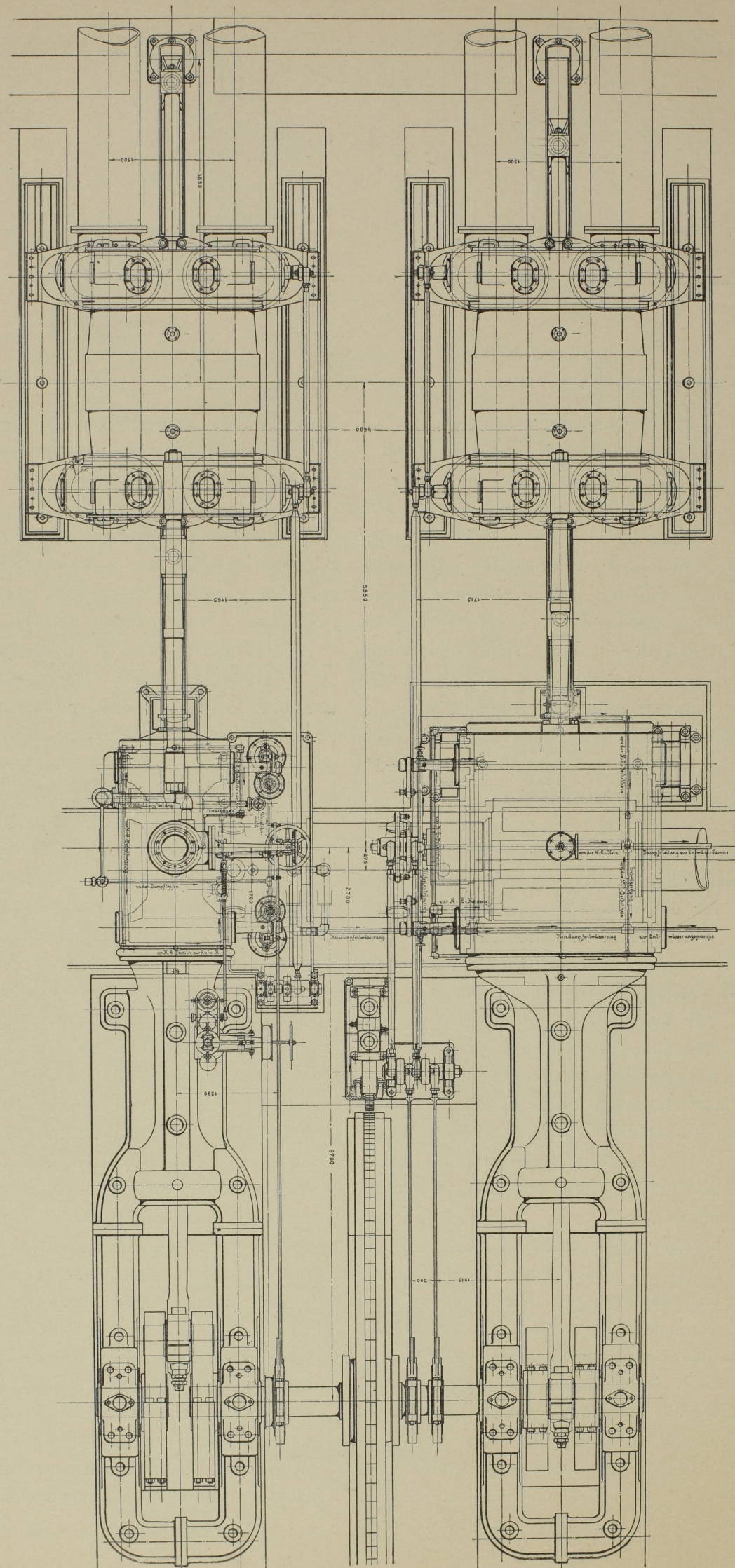


Abb. 42. Grundriss der Gesamtanordnung. Massst. 1 : 60.

Stahlwerksgebläse für das Eisenwerk Witkowitz in Mähren, ausgeführt von Breittfeld, Danek & Co. in Prag.

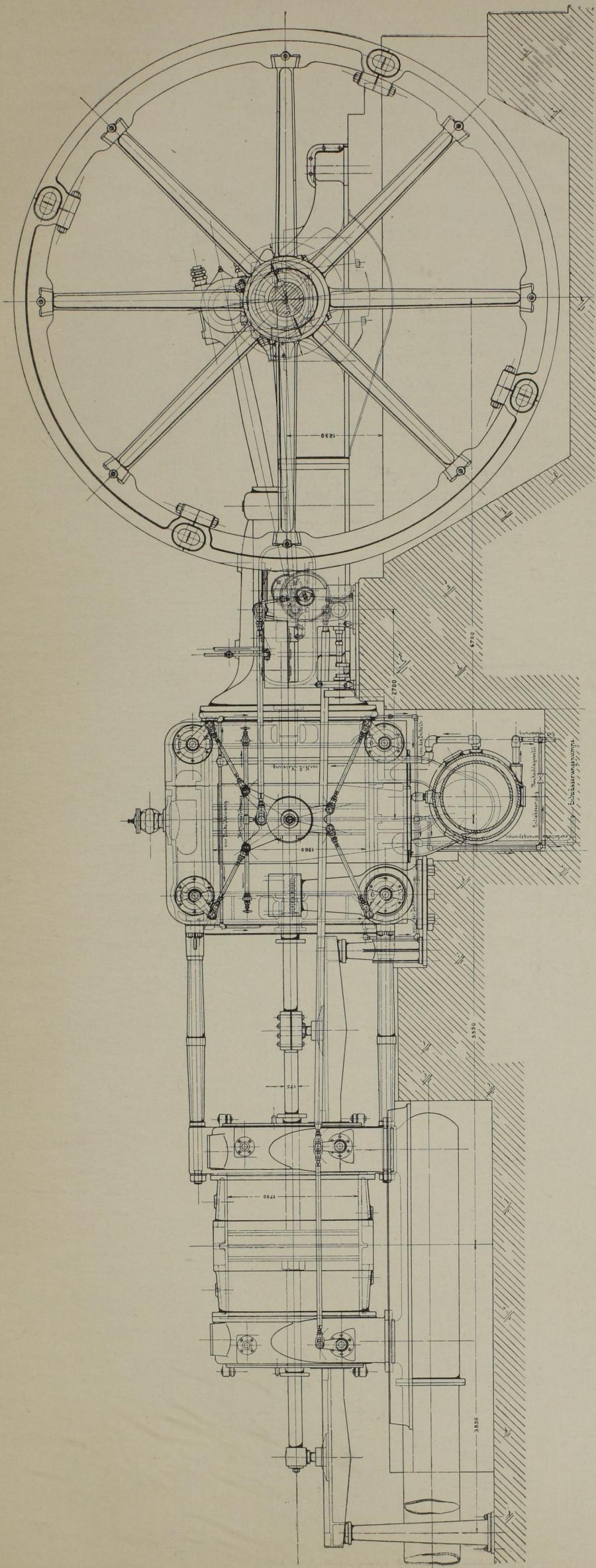


Abb 43. Seitenansicht der Niederdruckseite der Gebläsemaschine. Masst. 1 : 60.

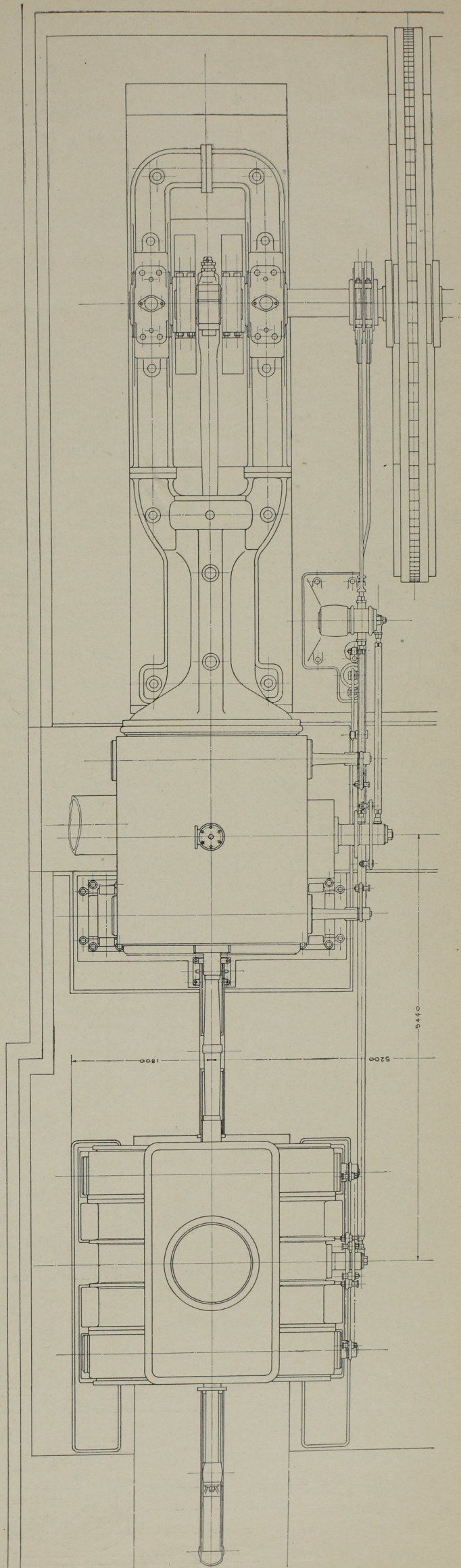


Abb. 44. Grundriss der Niederdruckseite der Gebläsemaschine. Masst. 1 : 60.  
**Stahlwerksgebläse für das Eisenwerk Witkowitz in Mähren, ausgeführt von Breitfeld, Danek & Co. in Prag.**



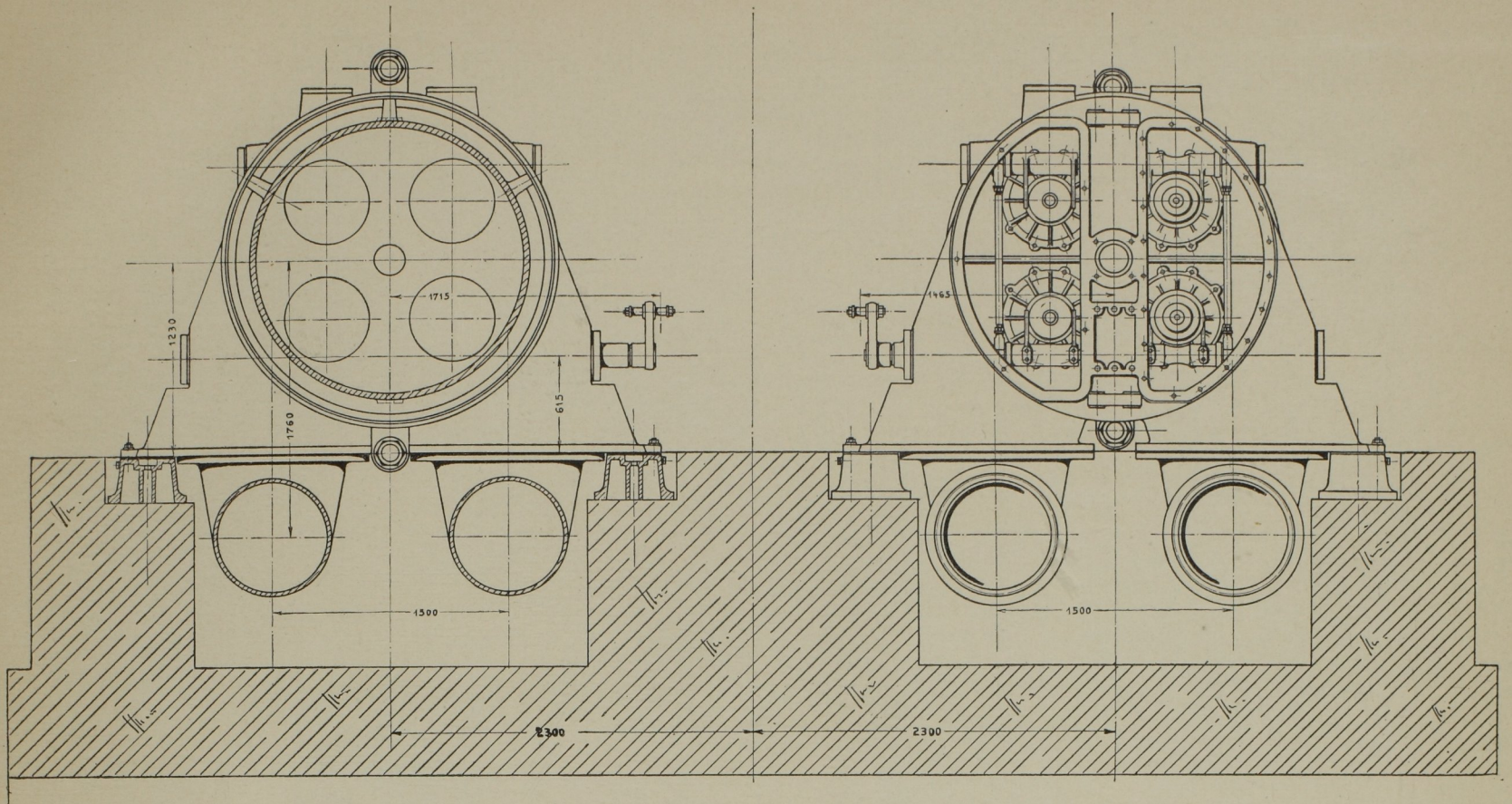


Abb. 46. Stirnansicht und Schnitt der Windcylinder. Massst. 1 : 40.

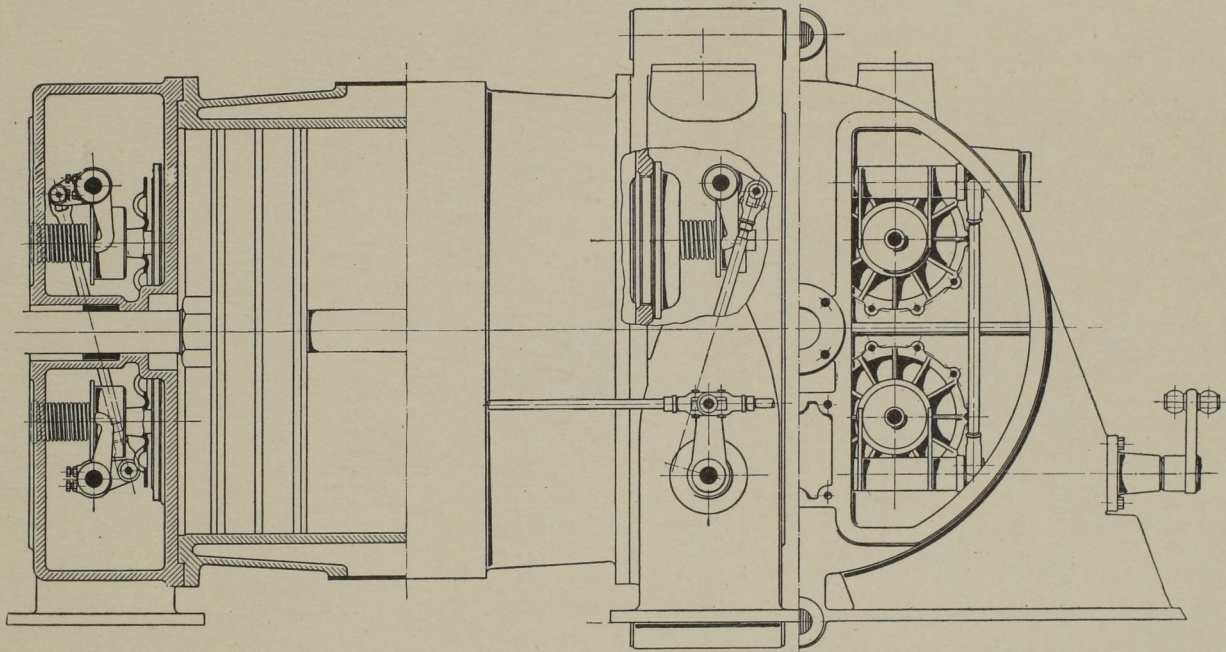


Abb. 47. Steuerung der Gebläseventile.

### Stahlwerksgebläse des Eisenwerks Witkowitz.

Die Anordnung der Dampfleitung und des Aufnehmers unterhalb der beiden Cylinder ist aus der Abb. 51 zu ersehen, ebenso die Anordnung der Ausrüstungsteile. Für die Kondensation war ein vorhandener Centralkondensator zu benutzen.

Die Windcylinder sind durch 4 Zugstangen unmittelbar mit dem hinteren Ende der Dampfzylinder verbunden. Da diese sich aber unbehindert ausdehnen müssen, sind die Windcylinder auf der Grundplatte verschiebbar und dementsprechend geführt (Abb. 46). Die Saug- und Druckleitungen liegen unterhalb der

Cylinder im Fundamentschlitz. Die Windkolben sind ähnlich wie die Dampfkolben gebaut. Der Windcylinder ist mit einem Kühlmantel versehen (Abb. 47).

Abb. 46 zeigt die Windcylinder und ihre Steuerung. Es sind 2 Saug- und 2 Druckventile angebracht, die paarweise gesteuert werden. Die Ventile sind aus Stahlguss hergestellt und bestehen aus 2 konzentrischen Ringen mit gemeinsamer cylindrischer Führung. Die Steuerung für den Zwangsschluss wird vom Exzenter der Corliss-Steuerung angetrieben und wirkt indirekt, derart, dass die Steuerungshebel die Belastungs-





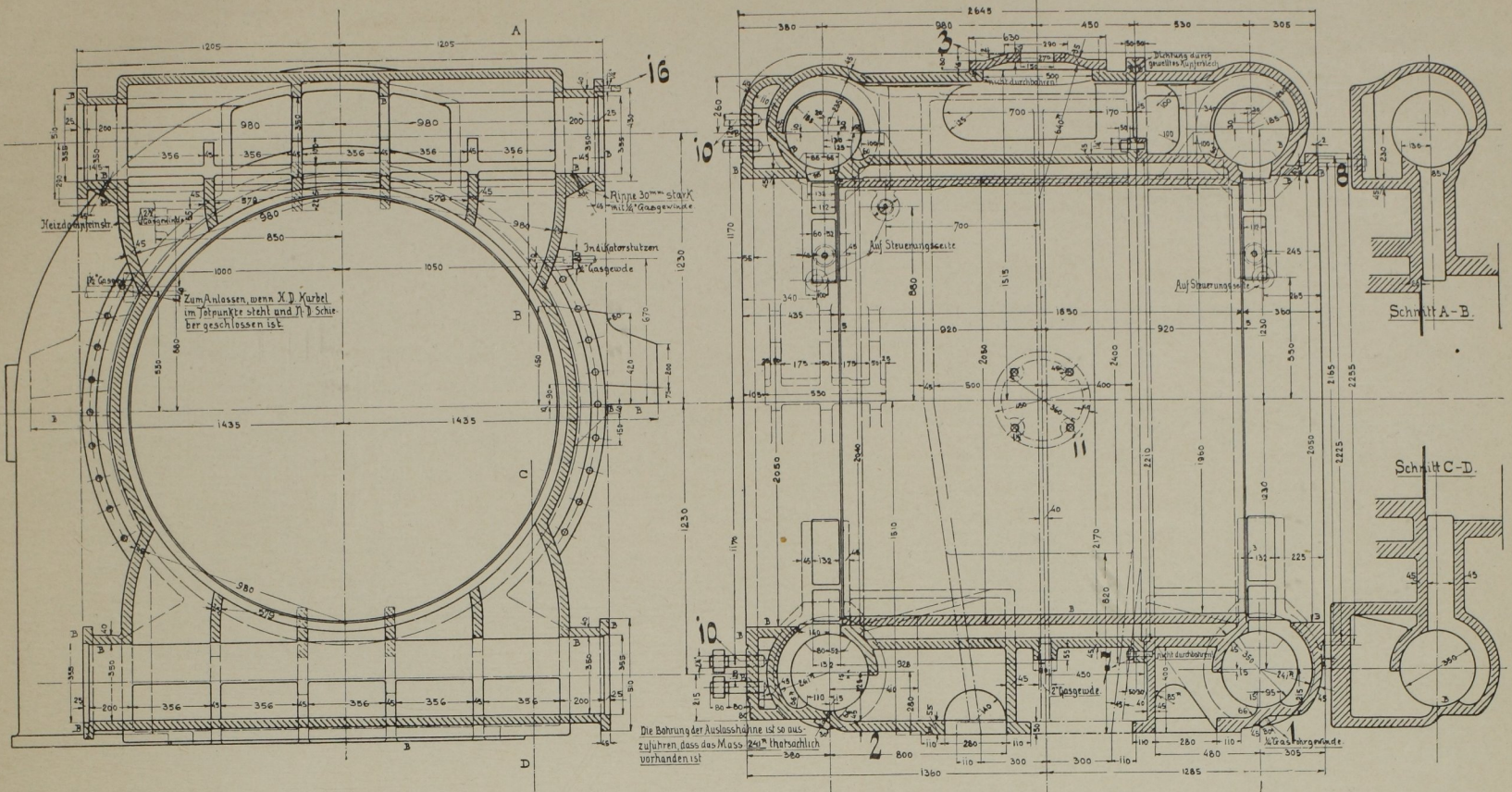


Abb. 50. Niederdruck-Dampfzylinder. Masst. 1:30.

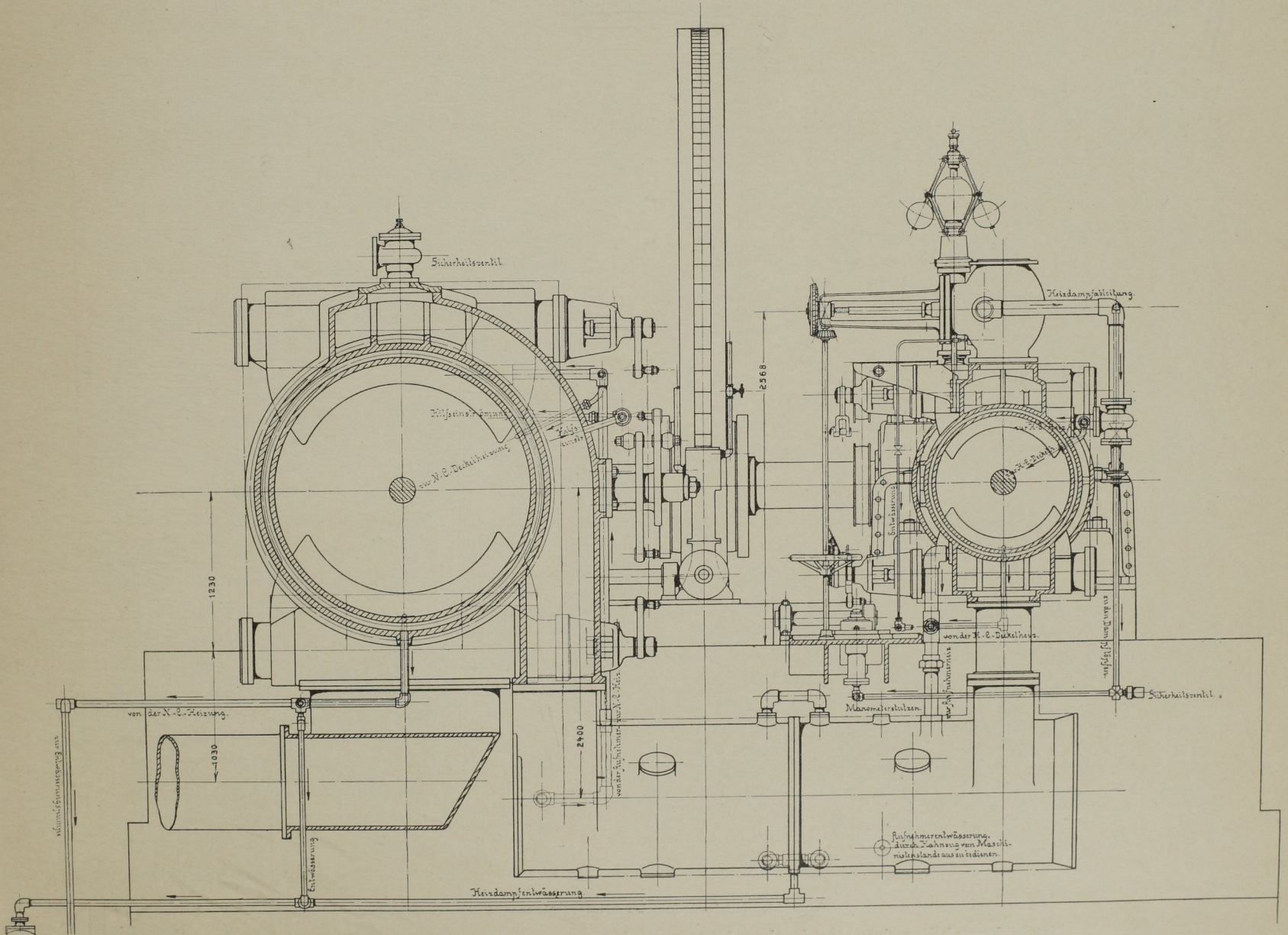


Abb. 51. Querschnitt durch die Dampfmaschine. Masst. 1:40.  
Stahlwerksgebläse des Eisenwerks Witkowitz, gebaut von Breitfeld, Danek & Co. in Prag.

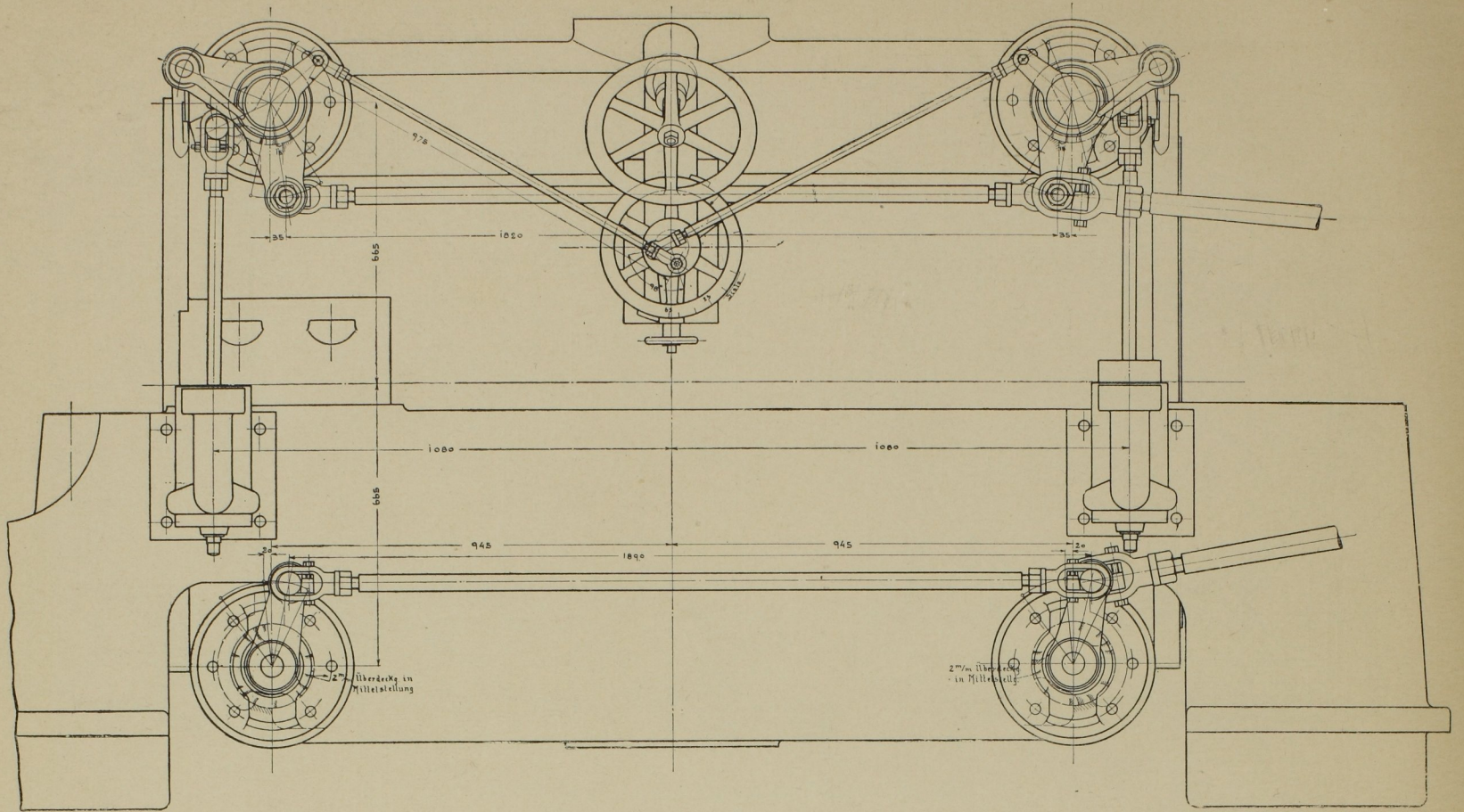


Abb. 52. Hochdruck-Steuerung. Masst. 1:15.

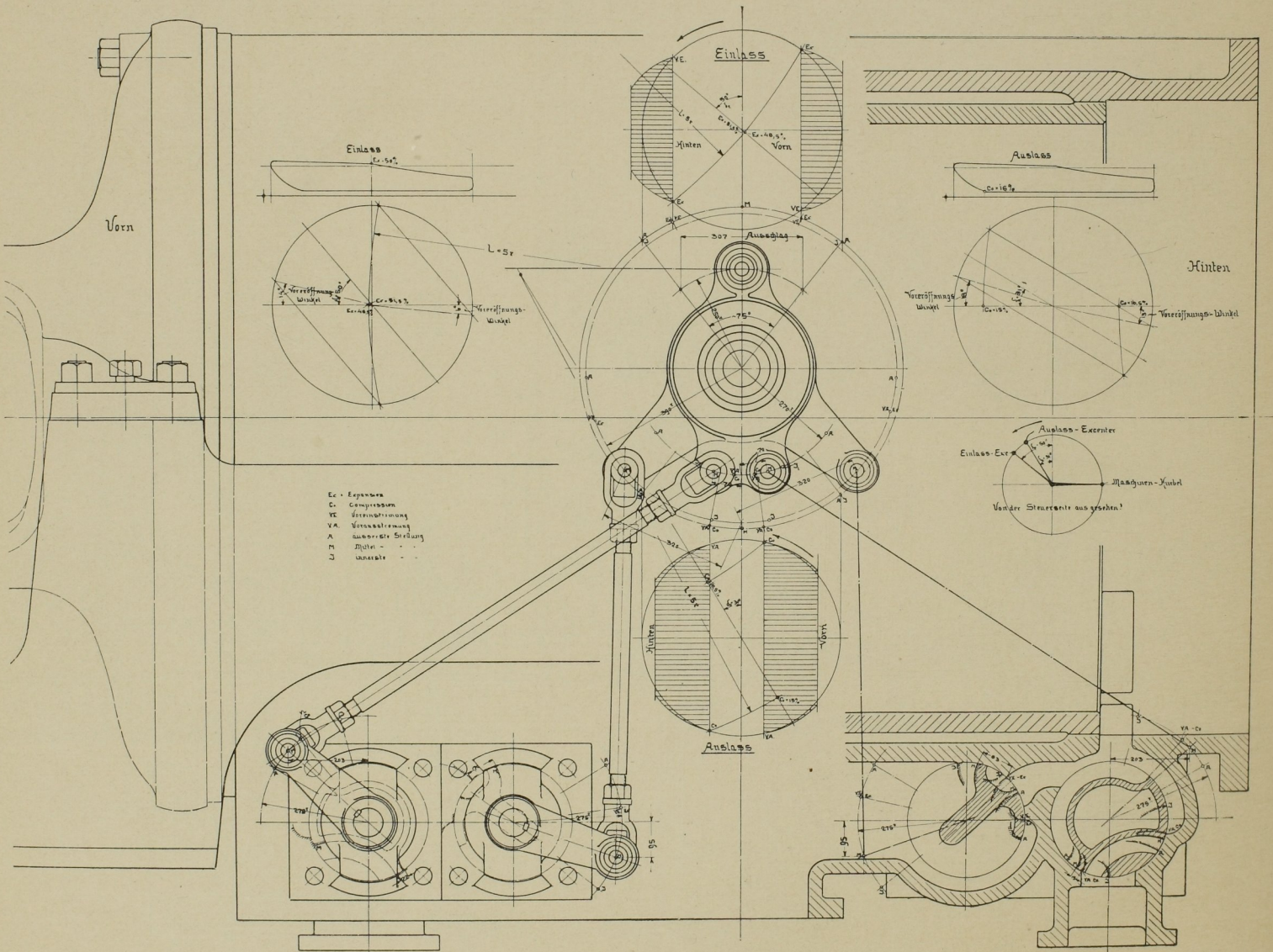


Abb. 53. Niederdruck-Steuerung. Masst. 1:15.

Hochfengebläse der Rombacher Hüttenwerke, ausgeführt von der Siegener Maschinenbau-A.-G.

feder abheben, bevor das Ventil sich selbstthätig öffnet, und die Federbelastung auf das Ventil wirken lassen, wenn es sich schliessen soll. Hierbei ist vorgesehen, dass beim Anheben der Feder im Vacuumtopf sich Luftverdünnung bildet, welche die Beschleunigungsarbeit der Ventilmasse übernimmt, sodass das Ventil sich ohne grossen Ueberdruck öffnen kann.

Es ist ein erfreuliches Zeichen des fortschreitenden Gebläsebaues und des Strebens der Hüttenleute, erstklassige Maschinen anzuwenden, dass die Corliss-Maschine, die sich gerade für grosse Maschinen vorzüglich eignet, immer mehr Eingang findet.

In Abb. 52 u. 53 ist zum Vergleich die Anordnung der Corliss-Steuerung der Dampfzylinder einer für die Rombacher Hüttenwerke von der Siegener Maschinenbau-A.-G. vorm. A. & H. Oechelhaeuser in Siegen gebauten Gebläsemaschine dargestellt.

### Hochfengebläse für die Hüttenwerke Donawitz und Eisenerz der Oesterr.-Alpinen Montangesellschaft.

1898 wurde mir von Herrn Generaldirektor v. Hell der Entwurf der für die Erweiterung des Hüttenwerks in Donawitz und für den Neubau des Hüttenwerks in Eisenerz erforderlichen vier Gebläsemaschinen übertragen.

Ursprünglich waren zwei liegende Maschinen in Aussicht genommen, der Bauart, wie Abb. 54 zeigt, ähnlich dem Witkowitz Stahlwerksgebläse, aber für eine minutliche Ansaugleistung von je 1600—2000 cbm bei 45—54 Umdrehungen und 0,6 Atm. Verdichtungsdruck. Diese Leistung hätte erfordert: 2 Gebläse-cylinder von 2820 mm Durchmesser; 1500 mm Hub und eine Dampfmaschine von 1040 und 1960 mm Cylinder-Dchm.

Die Erwägung der Vor- und Nachteile der liegenden und stehenden Bauart ergab das Ueberwiegen der Vorzüge der stehenden Aufstellung, wie sie Abb. 55 bis 60 zeigen, die nicht viel mehr

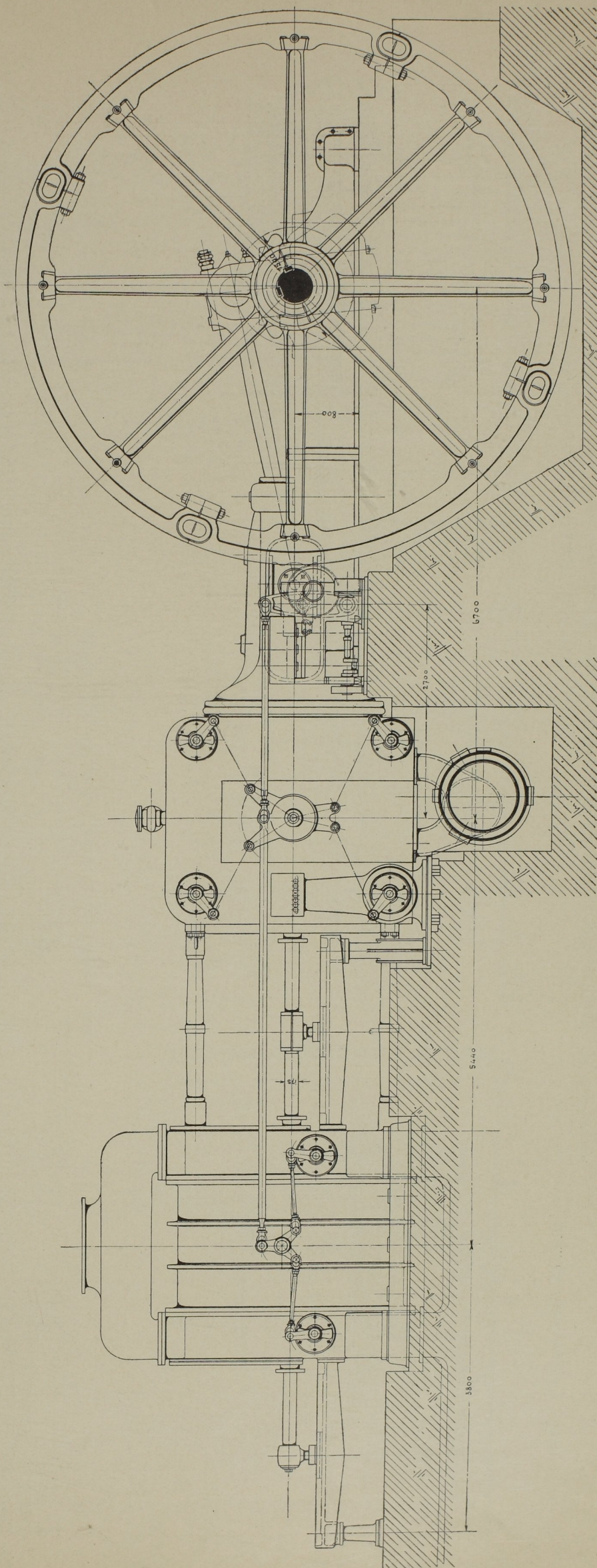


Abb. 54. Projekt eines Hochfengebläses für das Hüttenwerk Donawitz (Steiermark). Seitenansicht. Massst. 1 : 60.

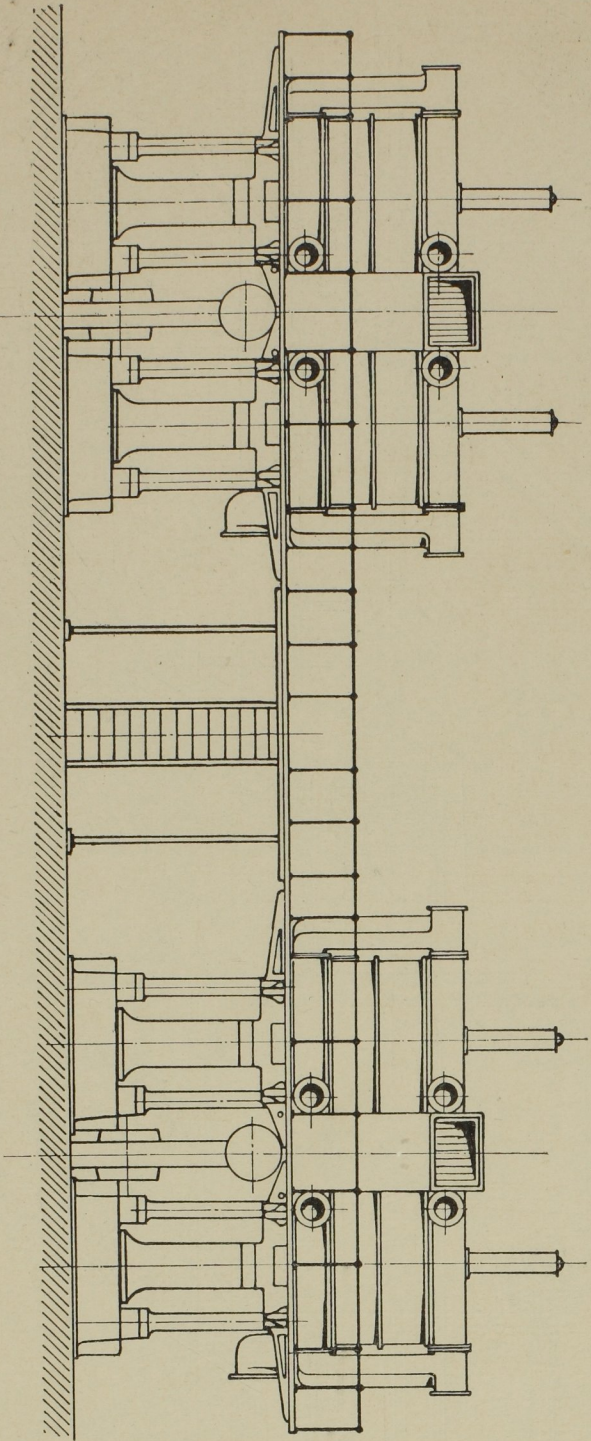


Abb. 56. Vorderansicht der Gebläsemaschine. Massst. 1 : 100.  
Hochfengebläse für die Hüttenwerke Eisenerz und Donawitz (Steiermark).

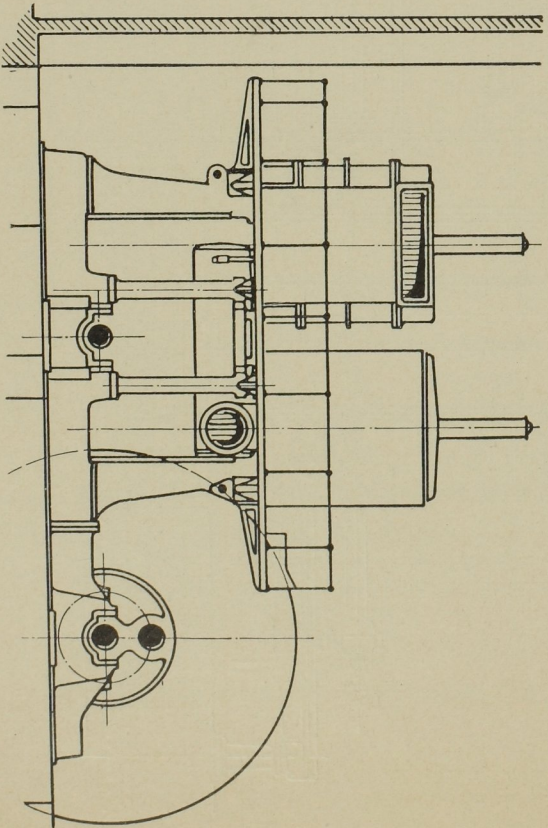


Abb. 56a. Seitenansicht der Gebläsemaschine. Massst. 1 : 100.

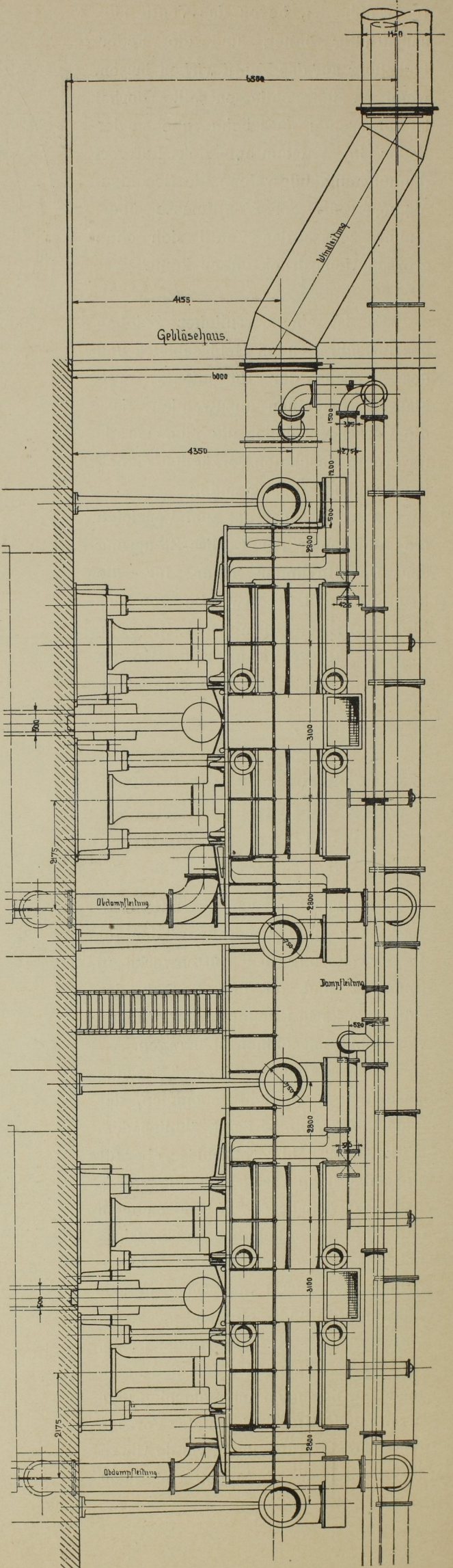


Abb. 55. Vorderansicht der Maschinenanlage. Massst. 1 : 100.



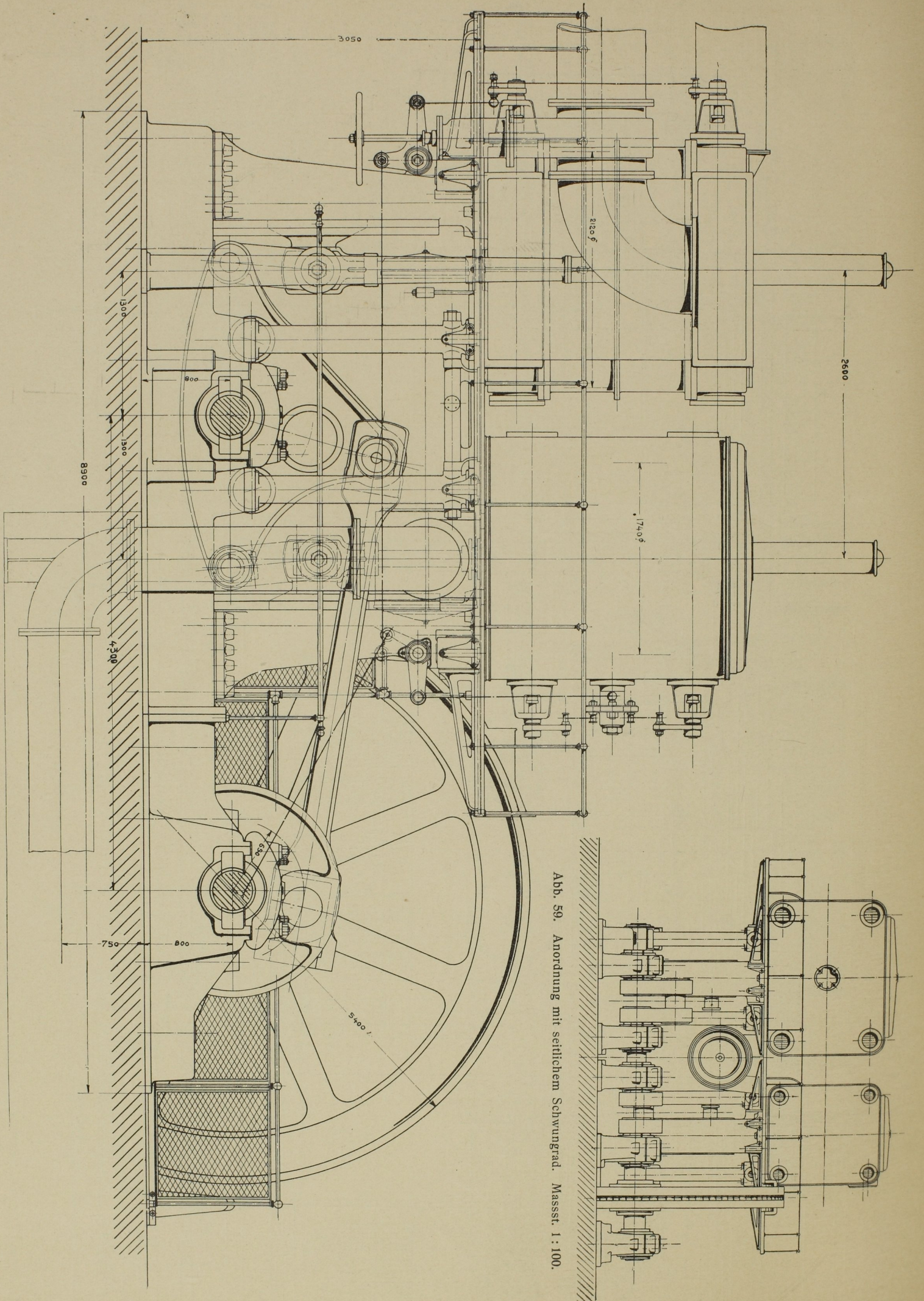


Abb. 58. Seitenansicht der Gebläsemaschine. Massst. 1:40.

Abb. 59. Anordnung mit seitlichem Schwungrad. Massst. 1:100.

Hochofengebläse der Hüttenwerke Eisenerz und Donawitz.

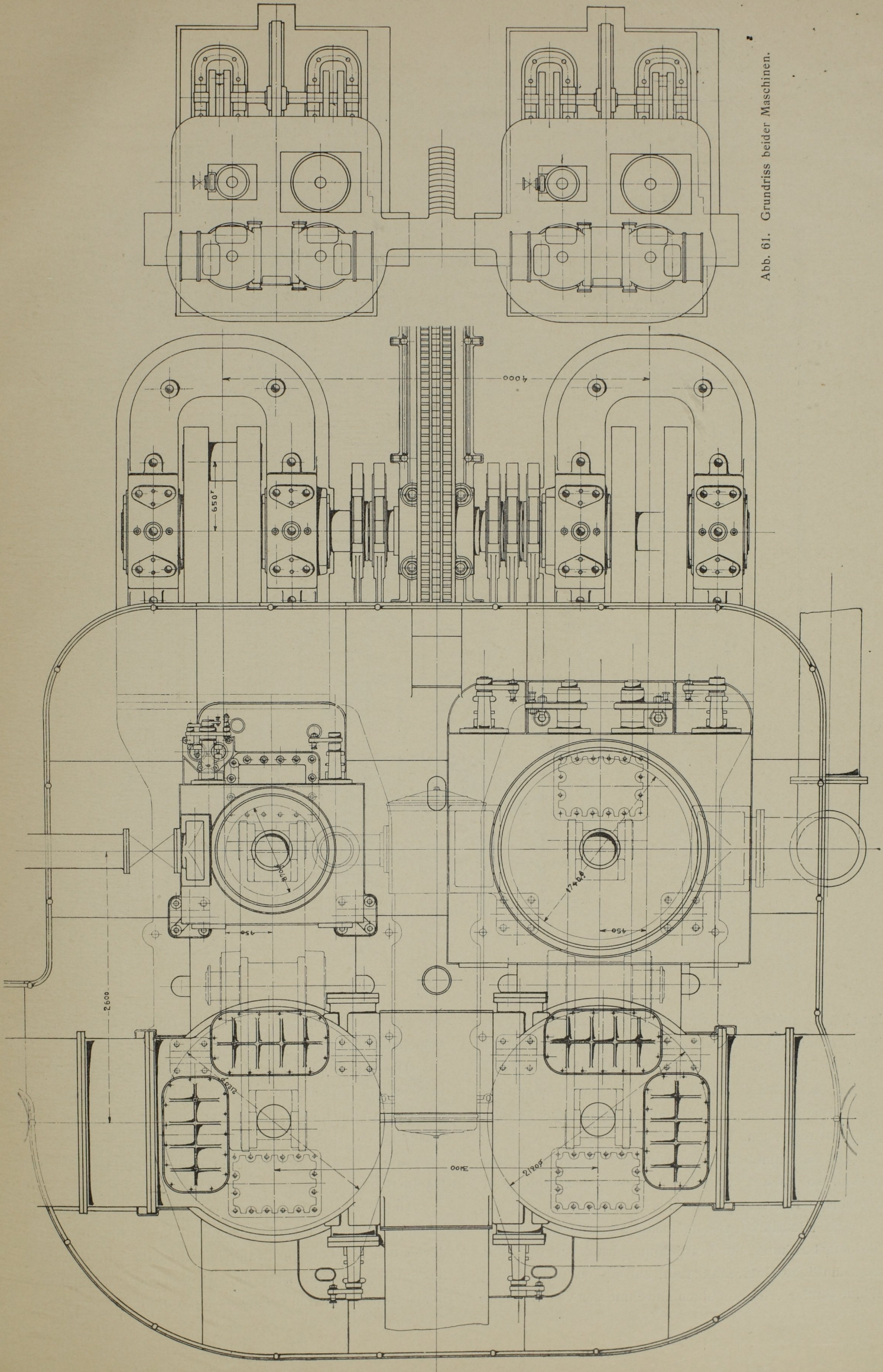


Abb. 60. Grundriss der Gebläsemaschine. Massst. 1 : 40.

Hochofengebläse der Hüttenwerke Eisenerz und Donawitz.

Abb. 61. Grundriss beider Maschinen.

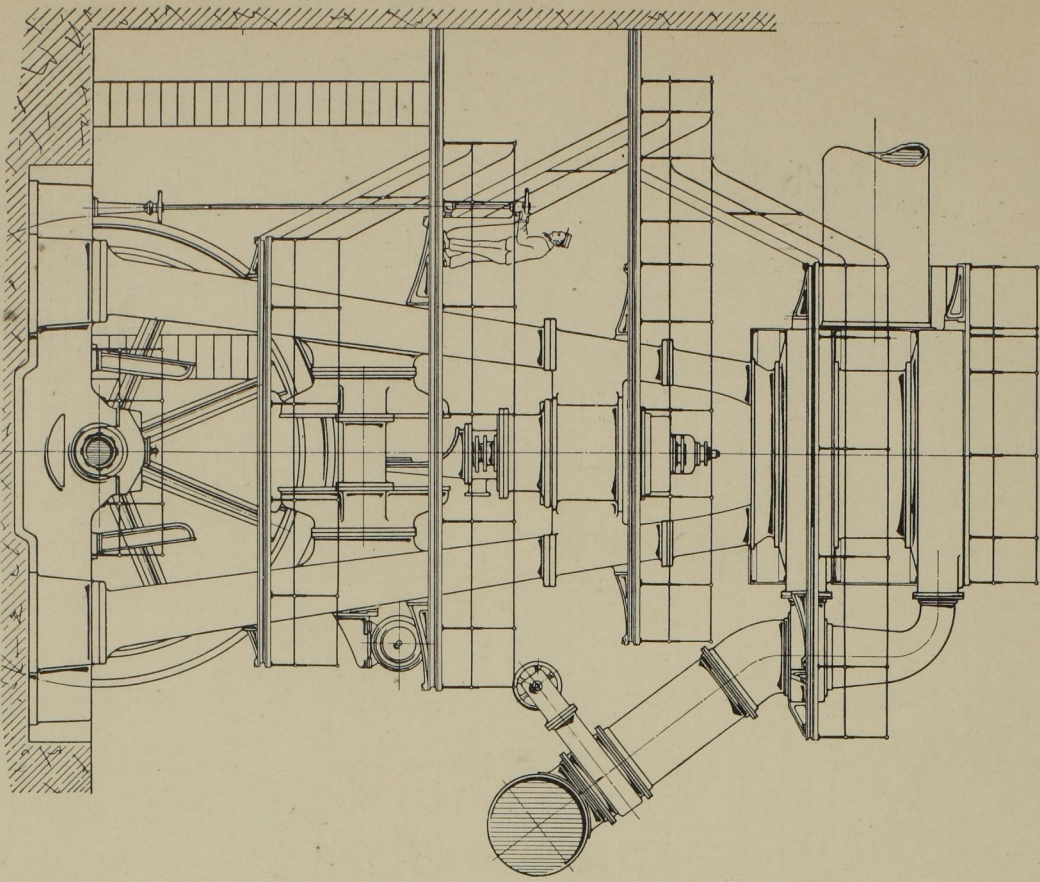


Abb. 62. Seitenansicht. Massst. 1 : 100.

Hochofengebläse des Hüttenwerks Donawitz in stehender Anordnung.

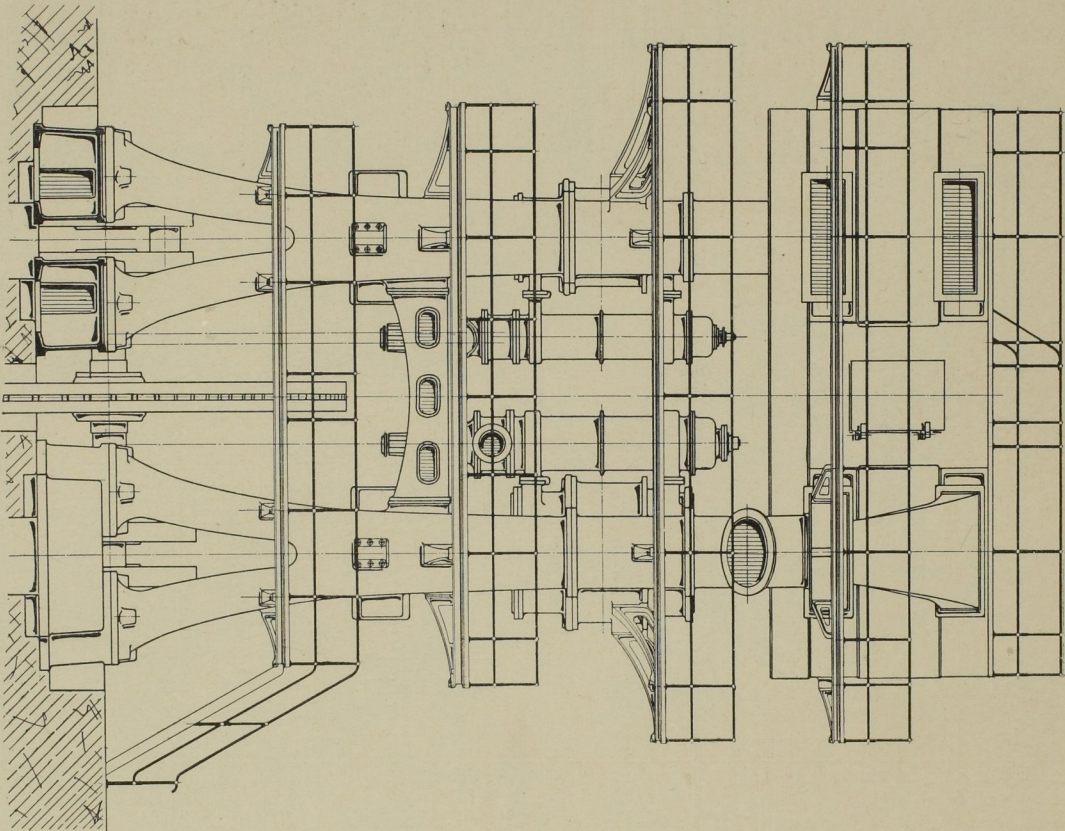


Abb. 63. Vorderansicht. Massst. 1 : 100.

Grundfläche erfordert als einstehendes Gebläse in thurmartigem Aufbau und dabei übersichtlich und gut zugänglich ist.

Der Vergleich der Abb. 56 mit den Abb. 62 und 63 ergibt in anschaulicher Weise die bessere Uebersichtlichkeit und Zugänglichkeit der vorgeschlagenen und ausgeführten neuen Anordnung.

Die Maschinen für Donawitz und Eisenerz wurden deshalb so gebaut, wie die Abb. 58—60 zeigen. Der zugehörige Rohrplan ist in Abb. 57 dargestellt.

Die minutliche Ansaugeleistung wurde auf normal 700 cbm bestimmt, der Verdichtungsdruck auf 0,6 Atm., die minutliche Umdrehungszahl auf 40—60. Die beiden Windcylinder erhielten einen Durchmesser von 2120 mm,

die Dampfzylinder von 870 und 1740 mm, bei einem gemeinschaftlichen Hube von 1300 mm.

Die Maschinen dieser Grösse und Bauart wurden in der Maschinenfabrik der Oesterr.-Alpinen Montangesellschaft in Andritz bei Graz gebaut und eine vierte Maschine bei E. Skoda in Pilsen bestellt.

Abb. 64—66 veranschaulichen die Einzelheiten der Dampfsteuerung.

Ueber die Einzelheiten der Ventile, die als rückläufige, nach dem Cylinderinnern sich öffnende und durch den Windkolben zwangsläufig geschlossene Ventile ausgeführt wurden, wird im Späteren unter „Gebläsen mit Gasmotor-Antrieb“ Näheres mitgeteilt.



