

Betriebskontrolle Aktennotiz Nr. **38012** vom 1. Juni 1930

Wj

Keyword: Druckverlust-Bestimmung

Betr.: Labor. — Betrieb — Werkstätte

8898

Verfasser: Dr. Wilda

Inhalt: Versuche an Spitzenvorheizern bei Bestimmung der Druckverluste an Druck- und Auslass (E-Weck, Barometer)

Versuche am Spitzenvorheizmodell zur Bestimmung der Druck-
verluste am Druck- und Saugturm.

(IV. - Werk Nordstern)

I. Versuchsmodelle.

a) Druckturm:

Zur Durchführung der Versuche wurde ein Modell nach Plan Nr. L 3265 - 1 im Maßstab 1 : 10 aus Weißblech angefertigt. Geändert gegenüber dem Plan waren die Durchmesser der Teilstücke des Turmes und die Querschnitte der Abgänge. Diese wurden so bestimmt, daß die Geschwindigkeiten der Gase in allen Teilen der Anlage, so weit als möglich, gleich bleiben. Die Maße sind in Fig. 1 angegeben. Die Einführung in den Druckturm wurde mehrmals geändert, bis eine einigermaßen befriedigende Lösung gefunden wurde. Auch bei der jetzigen Konstruktion (Fig. 1 und Plan vom Eisenwerk Kaiserlautern v. 22. 4. 1938) sind die Druckverluste noch groß; es ist jedoch nicht genügend Platz zur Verfügung um das Rosenrohr schlanker auszuführen. Die beste Lösung, das Wälagas von unten her in den Turm einzuführen ist wegen Gebundenheit an bereits fertiggestellte Teile der Anlage nicht möglich. In den Abgängen wurde der Krümmer mit Leitblechen versehen, was einen Druckgewinn von 25 - 30 mm W.S. zur Folge hat. Die Erweiterung in den Abgängen von 1350 auf 1600 mm kann gleichmäßig auf der ganzen Länge des Abganges oder erst nach dem 90° Krümmer vorgenommen werden. Es wurde der Druckverlust für beide Ausführungen gemessen und dabei der gleiche Wert gefunden.

b) Saugturm:

Das Modell wurde nach dem Plan Nr. L 3265 - 1 angefertigt. Geändert gegenüber dem Plan waren die Durchmesser der beiden Abgänge. Statt 1400 wurden 1600 mm ϕ genommen.

Während der Versuche wurden, wie in Fig. 3 angegeben ist, die Querschnitte und Form der Einführungen geändert (die Einführung 2 bleibt zum Vergleich immer unverändert), der untere Stutzen des Turmes, der keinen Zweck hat und nur Störungen bringen kann, entfernt und im 3ten Teilstück des Turmes Führungsbleche

Gm.

eingebaut (in Fig. 3 gestrichelt gezeichnet). Wir erhalten einen geringeren Druckverlust. Bei Eingang 4 z.B. wird dadurch der Druckverlust um 16 mm W.S. kleiner.

II. Durchführung der Versuche.

Die Versuche wurden mit Luft durchgeführt. Die zu- und abgehenden Luftmengen wurden gemessen, damit die Geschwindigkeit der Luft im Modell und die Verteilung festgestellt werden konnte. Wie aus Fig. 1 u. 3 ersichtlich ist, wurden an mehreren Stellen Druckstutzen angebracht. Wegen der Meßstörungen durch die nicht geordnete Strömung waren an jedem Querschnitt, an dem der Druck gemessen wurde, 4 Druckstutzen. Mit der Numerierung 21 in Fig. 3 z.B. werden die 4 Druckstutzen erfaßt, die am Eingang der zweiten Einführung am gleichen Querschnitt angebracht waren. Als statischer Druck an dieser Stelle wurde das Mittel aus 4 Messungen eingesetzt.

III. Einstellung der Drosselklappen.

Bei dem Druckturm gingen, nachdem im unteren Teil des Turmes ein Führungsblech eingebaut war, durch die 4 Abgänge fast gleiche Luftmengen hindurch, so daß nicht gedrosselt werden mußte. Beim Saugturm sind über die Einstellung der Drosselklappen keine Angaben zu machen, da bei den Versuchen die Luft nicht durch den Turm gesaugt, sondern in umgekehrter Richtung hindurchgedrückt wurde. Die Messungen wurden mit vollständig offenen Klappen und gleichen Mengen in den 4 Zuführungen durchgeführt.

IV. Auswertung der Ergebnisse.

Der Gesamtdruck an den einzelnen Meßstellen wurde errechnet nach

$$P_{ges} = P_{st} + P_{dyn} = P_{st} + \frac{\rho}{2} \cdot c^2 \cdot \zeta = P$$

Die Versuche wurden mit verschiedenen Luftgeschwindigkeiten durchgeführt und die Drucke dann auf die Geschwindigkeit $c = 25.5$ m/sec und ein spez. Gewicht von 0.56 kg/m^3 nach der Formel

$$P = P_{st} + \frac{0.56 \cdot 25.5^2}{2} \cdot \zeta \text{ umgerechnet.}$$

Die aus allen Versuchen für die einzelnen Meßstellen erhaltenen Drucke P zeigen für den Druckturm Abweichungen bis 5 mm W.S.; für den Saugturm dagegen betragen die Differenzen nur 1,3 mm W.S. Das bestätigt das in obiger Gleichung angegebene

Gesetz, daß der Druckverlust proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit ist.

V. Graphische Darstellung der gemessenen Werte.

Die aus allen Messungen sich ergebenden Mittelwerte für P wurden in Figur 4 für den Druckturm und in Fig. 5 für die ursprüngliche und in Fig. 6 für die geänderte Ausführung des Saugturms gezeichnet. Die ausgezeichneten Linien, z.B. zwischen Meßstelle 11 und 12, besagen, daß zwischen diesen beiden Meßstellen eine Verbindung besteht und auf dieser Verbindung der angegebene Druckabfall stattfindet. In Fig. 5 und 6 sind zwischen den Meßstellen 22, 31 und 42 einerseits und 51 und 61 andererseits die Linien gestrichelt worden, da der Druck an der Stelle 32, an der die Gase von 22, 31 und 42 kommend zusammentreffen, nicht gemessen werden konnte und somit einen angenommenen Wert darstellt. Die waagrechteten Abstände zwischen den Meßstellen in der Zeichnung sind willkürlich angenommen und daher ohne Bedeutung.

VI. Beispiel für eine Messung.

- a) Druckturm (vergl. dazu Fig. 4)
- Ba = 756.1 mm Hg ; t = 25.8 °C
- Q₀₁ = 1335 m³/h; Q₀₂ = 1390 m³/h; Q₁ = 625 m³/h;
- Q₂ = Q₃ = Q₄ = 610 m³/h

Meßstelle	Pat				D _{ges}	P +)
01	382	381	378	378	446.6	406.6
02	374	376	376	374	447.6	407.5
11	412	422	422	422	439.7	400.3
12	418	415	416	417	431.4	392.7
21	408	410	411	407	429.7	391.1
22	400	394	400	398	412.3	375.3
31	410	411	408	409	429.9	391.3
32	402	397	397	396	412.3	375.3
41	407	409	410	410	429.8	391.2
42	398	393	399	398	411.5	374.4
51		412		412	426.0	387.7

b) Saugturm

1) Modell in der ursprünglichen Ausführung (vergl. dazu Fig. 5)

*) P ist der Druck bezogen auf C = 25.5 m/sec und γ = 0.56 kg/m³

$p_a = 753.9 \text{ mm Hg}; t = 18.9 \text{ }^\circ\text{C}$
 $Q_1 = 889 \text{ m}^3/\text{h}; Q_2 = 889 \text{ m}^3/\text{h}; Q_3 = 873 \text{ m}^3/\text{h};$
 $Q_4 = 880 \text{ m}^3/\text{h}; Q_5 = 1879 \text{ m}^3/\text{h}; Q_6 = 1632 \text{ m}^3/\text{h};$

Meßstelle	p_{st}				p_{ges}	P
11	189	187	192	191	212.2	108.0
12	142	145	162	160	187.6	95.5
21	167	171	170	168	191.4	97.4
22	123	122	127	134	163.6	83.5
31	162	163	160	158	182.4	92.8
41	205	203	204	206	226.5	115.3
42	146	127	157	132	175.3	89.2
51	108	111	109	108	150.3	76.5
61	83	85	81	81	114.5	58.3

2) Modell geändert. (vergl. Fig. 3 + 6)

$p_a = 754.3 \text{ mm Hg}; t = 20.5 \text{ }^\circ\text{C}$
 $Q_1 = 899 \text{ m}^3/\text{h}; Q_2 = 908 \text{ m}^3/\text{h}; Q_3 = 891 \text{ m}^3/\text{h};$
 $Q_4 = 904 \text{ m}^3/\text{h}; Q_5 = 1899 \text{ m}^3/\text{h}; Q_6 = 1703 \text{ m}^3/\text{h};$

Meßstelle	p_{st}				p_{ges}	P
11	199	203	198	197	222.1	108.7
12	152	143	178	187	201.1	98.3
21	167	171	168	167	191.6	93.7
22	135	131	126	137	170.5	83.5
31	156	157	156	157	178.9	87.4
41	181	181	180	183	204.3	100.0
42	131	113	148	122	164.9	80.6
51	104	109	103	99	146.0	71.4
61	88	89	87	89	122.2	59.7

II. Zusammenfassung.

Der Druckverlust ergibt sich nach den vorliegenden Messungen für den Druckturm mit $32 \pm 3 \text{ mm W.S.}$, für den Saugturm maximal zu $37 \pm 3 \text{ mm W.S.}$ für das 1. Gebläse und zu $49 \pm 3 \text{ mm W.S.}$ für das 2. Gebläse. Nimmt man für den Saugturm die Mittelwerte der Druckverluste für die 4 Einführungen, so erhält man ein wesentlich günstigeres Bild. Dies gilt für offene Drosselklappen; werden diese betätigt, so entsteht ein zusätzlicher Druckverlust, der beträchtliche Werte anneh-

Für die Ausführung des Saugtums wird eine Konstruktion vorgeschlagen, wie sie in Fig. 2 angegeben ist. Durch Wegfall des oberen Turmstutzens (die Klappe wird seitlich angebracht) wird der Druckabfall zwischen Messstelle 11 und 32 kleiner werden. Der Krümmer für die Zuleitungen zu den Gebläsen (in Fig. 4 nicht gezeichnet) ist wie folgt auszuführen. 90° Krümmer, Eintrittsdurchmesser 1606 mm, Austrittsdurchmesser 1406 mm; möglichst großer Krümmungsradius an der inneren Stelle. Der Druckverlust in diesem Krümmer und den geraden Leitungen von 1406 mm Durchmesser dürfte etwa 6 mm W.S. betragen.

VIII. Vorschläge für Verbesserungen.

Der Druckverlust im Druckturm ist zu einem großen Teil durch den Krümmer in den Abgangsleitungen bedingt. Wird die Konstruktion so durchgeführt, daß dieser verschwindet, so wird ein wesentlicher Gewinn erzielt.

Beim Saugturm ist der Druckabfall im Turm verhältnismäßig hoch. Die Gründe dafür sind folgende:

- 1) Das einströmende Gas trifft im Turm auf ein Gas von größerer Geschwindigkeit. Das Mischen der beiden verschieden schnell bewegten Gase gibt zu Druckverlusten Anlaß. Beim Trennen zweier Gase können solche Verluste nicht auftreten. Bringt man die Gase vor Einführung in den Turm bereits auf die Geschwindigkeit, die im Turm herrscht, so kann man erreichen, wie durch Versuche an einem anderen Versuchsmodell nachgewiesen werden konnte, daß der Widerstand im Turm erheblich verkleinert wird. Der entstehende Gewinn wird jedoch durch Wirbelablösungen wieder aufgehoben, die in der auf kurzer Strecke vorzunehmenden Querschnittsänderung der Zuleitungen und in der Umlenkung um 90° ihre Ursache haben. Diese Wirbel treten nur wenig auf, wenn das Gas während der Umlenkung und Einführung in den Turm beschleunigt wird. Eine Beschleunigung im Krümmer und schlanke Einführung in den Turm gestatten die vorgegebenen Maße nicht.
- 2) Die Gase müssen bei der Einführung vor 20 m/sec (Geschwindigkeit in der Heizkammer) auf 25 m/sec beschleunigt werden. Diese Arbeit wirkt sich in einem Druckverlust aus.
- 3) Die Zuleitungen haben einen ungünstigen Querschnitt (2000 x 650). Nimmt man die im Plan angegebenen Maße als festliegend an, so ist ein Druckgewinn nur durch möglichst schlanke Einführung zu erzielen. Besteht dagegen die Möglichkeit die Maße der Einführung (von 2000 x 650 auf z.B. 1500 x 1000) zu ändern, so erhält man Platz für eine Einführung, die sich der Strömungsform besser anpaßt und weniger Druckverluste bringt.

Handwritten signature/initials

Fig. 1
Druckturm

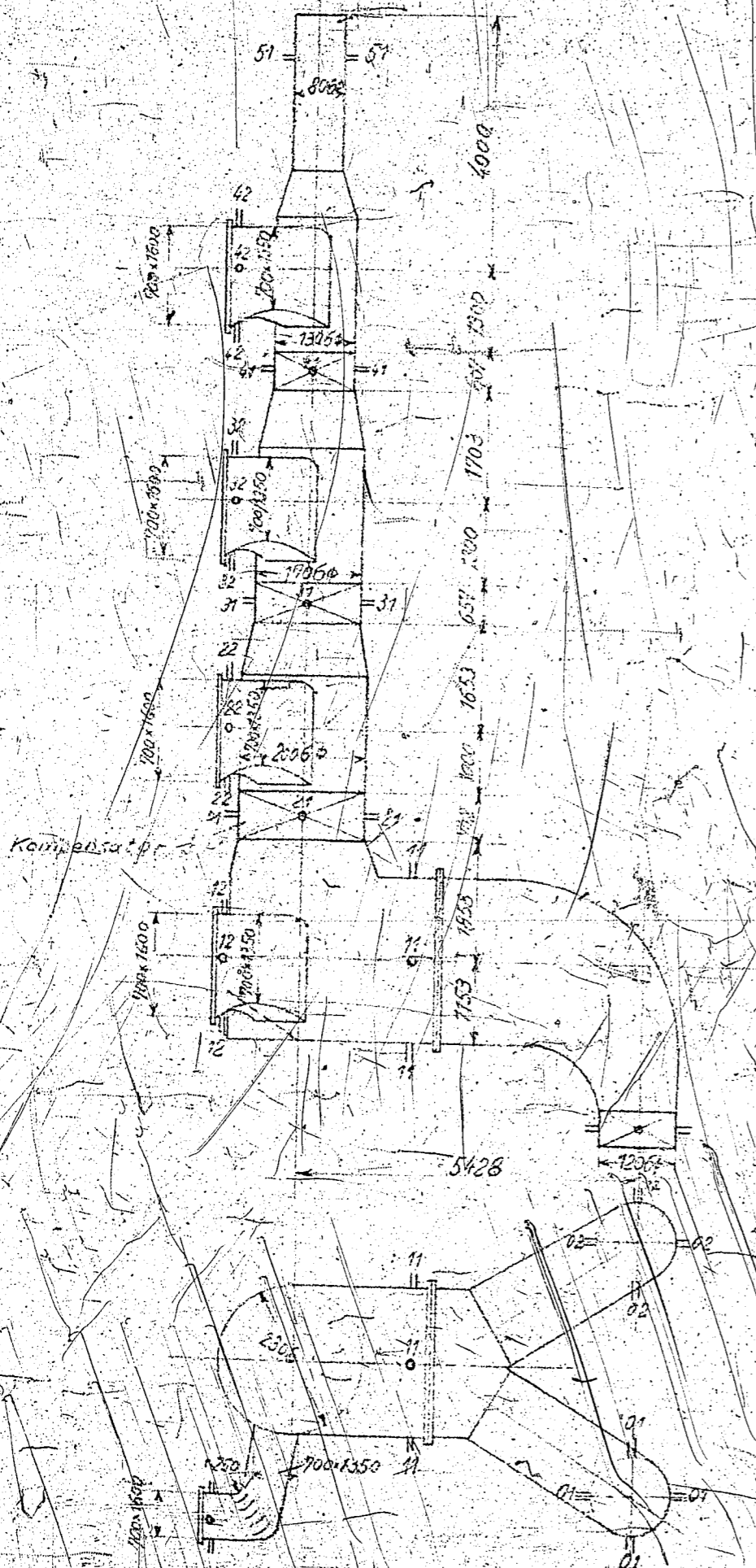


Fig. 2
Saugturm

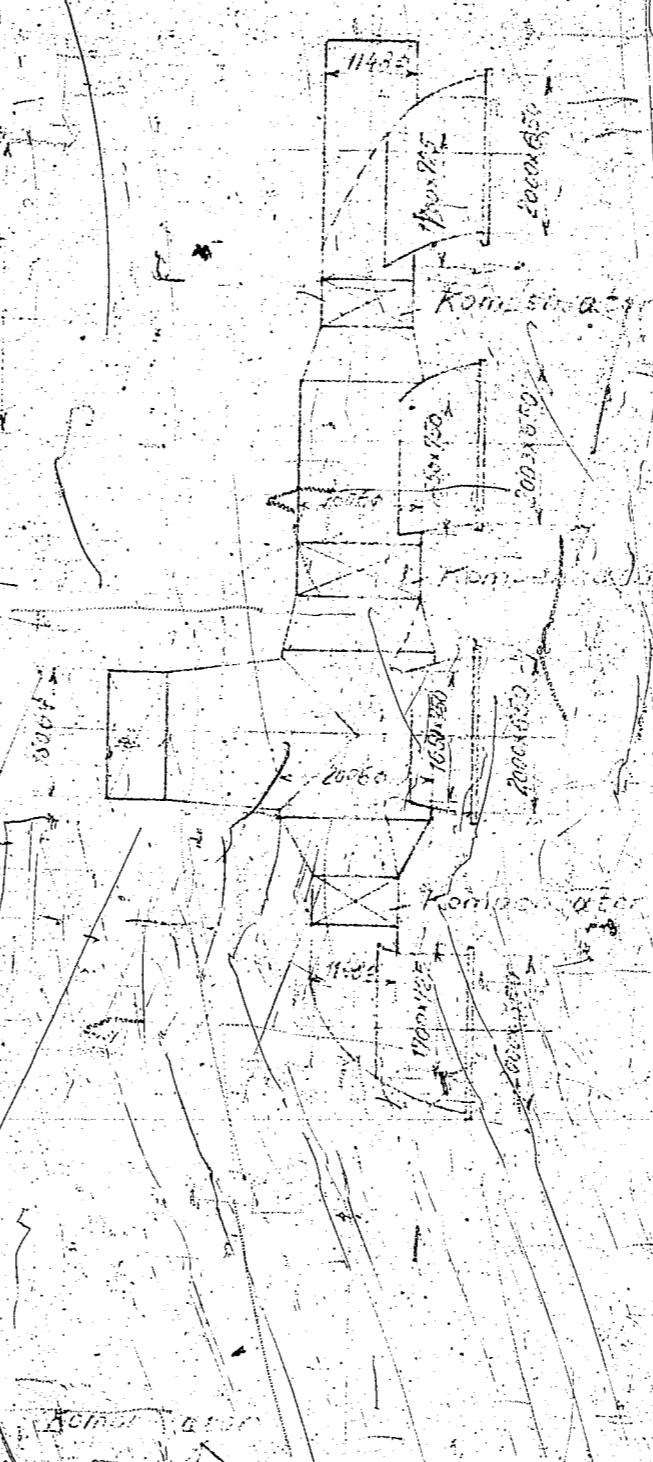
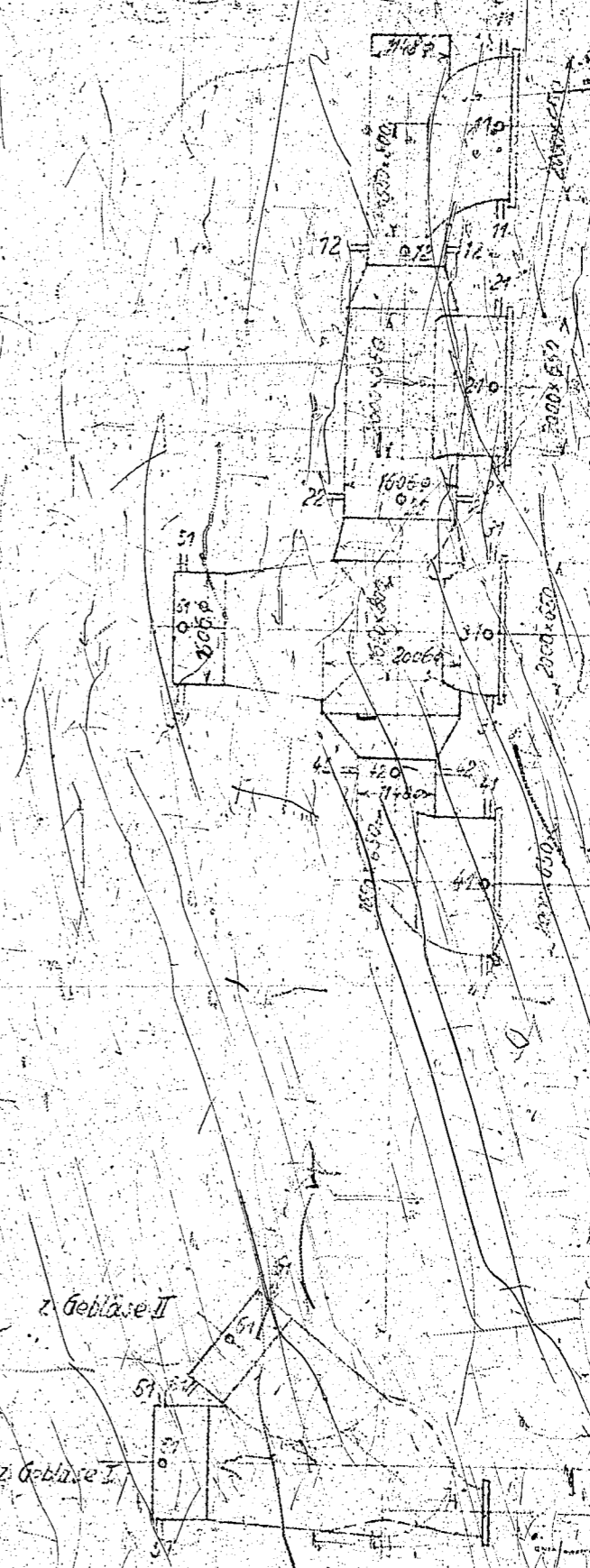


Fig. 3
Saugturm



8994

Saugturm

Fig. 6

Fig. 5

Druckturm
Fig. 4

8905

mm
WS

110

700

90

80

70

60

Druckverteilung in den Türmen des
Spitzenantriebs H.V. Werk Nordstern

BK OBS. 1509

14.6.22. Schmitt

