

Betriebskontrolle Aktennotiz Nr. **38006** vom 6. April 1938

Kennwort: **Versuche am Spitzenvorheizmodell**

8890

Betr.: Labor. — Betrieb — Werkstätte

Verfasser: **Dr. Wilde**

Inhalt: **Versuche am Spitzenvorheizmodell zur Bestimmung der Druckverluste am Druck- und Saugturn.**

Versuche am Spitzenvorheizermmodell zur Bestimmung der Druckverluste
am Druck- und Saugturm.

Zur Durchführung der Versuche wurde ein Modell nach Plan Nr. 47264a im Maßstab 1 : 10 aus Weißblech angefertigt. Geändert gegenüber dem Plan war folgendes :

- 1) In den Abgängen aus dem Druckturm waren nach dem Krümmer nur 2 Leitbleche statt 4 eingebaut.
- 2) Von den 2 Klappen in der Umgangsleitung zwischen Saug- und Druckturm war die am Druckturm zylindrisch gerundet (als Teil der Turmwand); mit rechteckiger Umgangsleitung. Die entsprechenden Teile im Saugturm waren nach dem Plan angefertigt worden.
- 3) Die Klappen in den Abgängen vom Druckturm wurden, um feststellen zu können, welche Form am wenigsten Widerstand erzeugt, ein- oder zweiteilig angefertigt.

Die Versuche wurden getrennt für Druck- und Saugturm 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 und 2 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. Als statischer Druck an dieser Stelle wurde das Mittel aus 4 Messungen eingesetzt. Der Gesamtdruck wurde errechnet nach

$$H_{\text{ges}} = H_{\text{st}} + H_{\text{dyn}} = H_{\text{st}} + \frac{c^2}{2g} \cdot \eta$$

Die Differenzen der Gesamtdrucke ergaben die Druckverluste zwischen den einzelnen Stellen.

Ergebnisse.

- 1) Um gleiche Mengen in den einzelnen Abgängen zu erhalten, mußte beim Druckturm mit den vorhandenen Klappen nur wenig gedrosselt werden. Beim ersten Abgang wurde die Klappe etwa um 10° geschlossen. Beim zweiten Abgang etwas weniger und die beiden letzten Abgänge waren vollständig offen. Da mit den Klappen nur wenig ge-

drosselt werden mußte, ergab sich kein deutlicher Unterschied zwischen ein- und zweiteiliger Klappenanordnung; jedoch dürfte, obwohl dies nicht genau festgestellt werden konnte, eine zweiteilige Klappe günstiger wirken.

2) Die Versuche beim Saugturm wurden so durchgeführt, daß die Luft nicht durch den Turm gesaugt, sondern in umgekehrter Richtung hindurchgedrückt wurde. Es sind deshalb hier keine Angaben über die Einstellung der Drosselklappen zu machen. Die Versuche wurden mit vollständig offenen Klappen und gleichen Mengen in den einzelnen Zuführungen durchgeführt.

3) Während der Versuche wurden an dem Modell Abänderungen vorgenommen, und zwar wurde beim Druckturm der 115° Krümmer und das Erweiterungsstück geändert. Es hat sich dabei herausgestellt, daß der Krümmer mit den Leitblechen in der angegebenen Form am günstigsten ist, daß dagegen bei dem Erweiterungsstück durch symmetrische Formgebung und Entfernen der Leitbleche der Druckverlust um 1,5 mm WS verkleinert werden kann.

4) Die Versuche wurden bei verschiedenen Geschwindigkeiten durchgeführt. Es ergab sich dabei eine Bestätigung dafür, daß der Druckverlust Δp proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit ist. Um die Ergebnisse besser vergleichen zu können, wird Δp auf die Geschwindigkeit 25,5 m/sec und das spez. Gewicht des Walzgases 0,56 kg/m³ nach der Formel

$$\Delta P = \Delta p \frac{0,56 \cdot 25,5^2}{\sigma^2} \text{ umgerechnet.}$$

Messungen.

a) Druckturm (Fig. 3) x)

Messung	I ($\sigma = 18,5$)	II ($\sigma = 26,2$)	III ($\sigma = 25,6$)
Reibung + ind. Abgangsverl.	6,1	4,7	5,3
Abgangsverlust	6,8	5,5	4,6
Krümmer, Erweiterung u. Klappe	15,9	17,8	16

b) Saugturm (Fig. 4)

Messung	I ($\sigma = 25,0$)	II ($\sigma = 24,6$)
Eingangsverl.	8,6	8,9
Reibung + ind. Eingangsverl.	17,3	17,3
Krümmer	5,3	4,7

x) In Fig. 3 u. 4 sind die Druckdifferenzen gezeichnet, die sich als Mittelwerte aus allen Messungen ergeben. Vergl. dazu auch die angegebenen Messungen S. 3.

c) Beispiel für eine Messung

1) Druckturm.

$$Ba = 754,9 \text{ mm Hg}, \quad t = 22,5^\circ\text{C},$$

$$Q_{\text{ges}} = 2340 \text{ m}^3/\text{h}, \quad Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 531 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$c = 25,6 \text{ m/s}.$$

Meß- stelle	P_{st}				P_{dyn}	P_{ges}
01	345	315	325	347	41	374
11	341	319	331	330	41	371
12	288	333	350	354	36	362
13	309	305	295	301	14	317
21	327	327	323		38	364
22	283	325	336	324	36	353
23	310	301	297	304	14	317
31	320	321	319		44	364
32	298	321	330	322	36	354
33	315	309	295	308	14	320
41	319	329	324		42	366
42	313	321	328	311	36	354
43	313	305	296	306	14	319
51	334	334			28	362

2) Saugturm

$$Ba = 761,2 \text{ mm Hg}; \quad t = 26,1^\circ\text{C},$$

$$Q_{\text{ges}} = 2290 \text{ m}^3/\text{h}; \quad Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 572,5 \text{ m}^3/\text{h};$$

$$c = 25,0 \text{ m/s};$$

Meß- stelle	P_{st}				P_{dyn}	P_{ges}
11	258	259	255	253	24,5	280,8
12	249	219	223		24,8	255,5
21	245	243	239	239	24,5	264,0
22	222	211	208		34,7	248,4
31	222	226	223	223	24,5	248,0
32	189	194	201		34,2	228,9
41	203	207	203	203	24,5	228,5
42	174	187	178	184	38,7	219,5
51	184	153	168	174	38,7	208,5

- d) Widerstand des Erweiterungsteiles am Druckturm in symmetrischer Ausführung ohne Leitbleche.

Die durchgeführten Messungen ergaben eindeutig ein Gewinn gegenüber der im Plan angegebenen Ausführung. Bei der Meßstelle 1 ergab sich ein Gewinn von 1,9 mm WS; bei der Meßstelle 3 ein solcher von 0,95 mm WS.

Übertragung der Modellversuche auf den Druck- und Saugturm.

Der Druckverlust wird rechnerisch gegeben durch $\Delta p = \zeta \cdot \frac{w^2}{2g} \rho$. Die Widerstandszahl ζ nimmt mit größer werdenden Reynolds'schen Zahlen bei glatten und rauhen Rohren ab. Für Krümmer und Abgänge liegen keine Versuche vor, jedoch ist anzunehmen, daß auch hier das Gleiche eintreten wird. Für $Re_D > 10^5$ ist die Abnahme nur noch gering. Bei den Modellversuchen war $Re_D > 10^5$. Der hier gemessene Druckverlust ist daher bei dem Saug- und Druckturm wohl genau so groß bzw. nur wenig kleiner als der Wert, der sich bei den Versuchen ergeben hat. Der Unterschied, daß das Gas durch den Saugturm gedrückt und nicht gesaugt wurde, wird auch eine Änderung im Druckabfall bedingen, die aber nicht wesentlich sein dürfte.

Vergleich der berechneten mit den gemessenen Druckverlusten.

I. Druckturm

	Rechnung Dr.Eck, bezogen auf $c = 25,5 \text{ m/s}$	Messung ^{x)} Mittel- werte	Differenz	
				%
1) Reibung und ind. Abgangsverlust (+ Krümmer)	17,6	5,4	- 12,2	- 69
2) Abgangsverlust	18,5	5,6	- 12,9	- 70
3) Krümmer, Erweiterung, Klappe	3,7	16,7	+ 13,0	+ 350
Gesamtverlust	39,8	27,7	- 12,1	- 30,5

II. Saugturm.

	Rechnung Dr.Eck, bezogen auf $c = 25,5 \text{ m/s}$	Messung Mittel- werte	Differenz	
				%
Eingangsverlust (+ Klappe)	20,1 (+ 8,0)	8,8 (13,3-4,1)	- 11,3	- 56
Rohrleitung + ind.Ein- gangsverlust (Krümmer)	17,6	17,3	- 0,3	- 1,7
Gesamtverl. ohne Krümmer	37,7 (+ 8,0)	30,4	- 7,3	- 19,4

- x) Die hier angegeb. Druckverl. vermindern sich noch um 1-2mm WS bei Verwendung des symmetr. Erweiterungstückes.

Zusammenfassung.

Wie bereits erwähnt, weichen die gemessenen statischen Drucke, die an einem bestimmten Querschnitt gemessen wurden, beträchtlich voneinander ab. Der Mittelwert gibt jedoch sicher das richtige Bild, da die so gewonnenen Ergebnisse gut miteinander übereinstimmen.

Aus den vorkommenden Abweichungen in den Versuchen kann man auf die Versuchsgenauigkeit schließen. Die Fehlergrenzen dürften bei ± 3 mm W.S. liegen.

Der Druckabfall bei dem Druckturm ergibt sich somit für $\mu = 0,56$ und $c = 25,5$ m/s zu 28 ± 3 mm; bei Verwendung des symmetrischen Erweiterungsteils zu 27 ± 3 mm; dabei ist Voraussetzung, daß mit den Klappen nicht stärker gedrosselt wird als bei den Modellversuchen, weil der Widerstand mit zunehmender Drosselung stark ansteigt.

Der Druckverlust im Saugturm beträgt $30,5 \pm 3$ mm W.S. Der Krümmer am Ende des Turmes hat einen Druckverlust von weiteren 5,0 mm W.S.

Vergleicht man die Ergebnisse vom Druck- und Saugturm, so ergibt sich, daß die Druckverluste in den Eingängen zum Saugturm und im Turm selbst verhältnismäßig hoch sind. Dies erklärt sich daher, weil die Einführungen der Luft in den Saugturm fast wie bei einem T-Stück verlaufen. Vorgenommene Änderungen am Modell ergaben bis jetzt noch nicht eindeutig einen Druckgewinn.^{x)}

Wien
Wien

2 Anlagen.

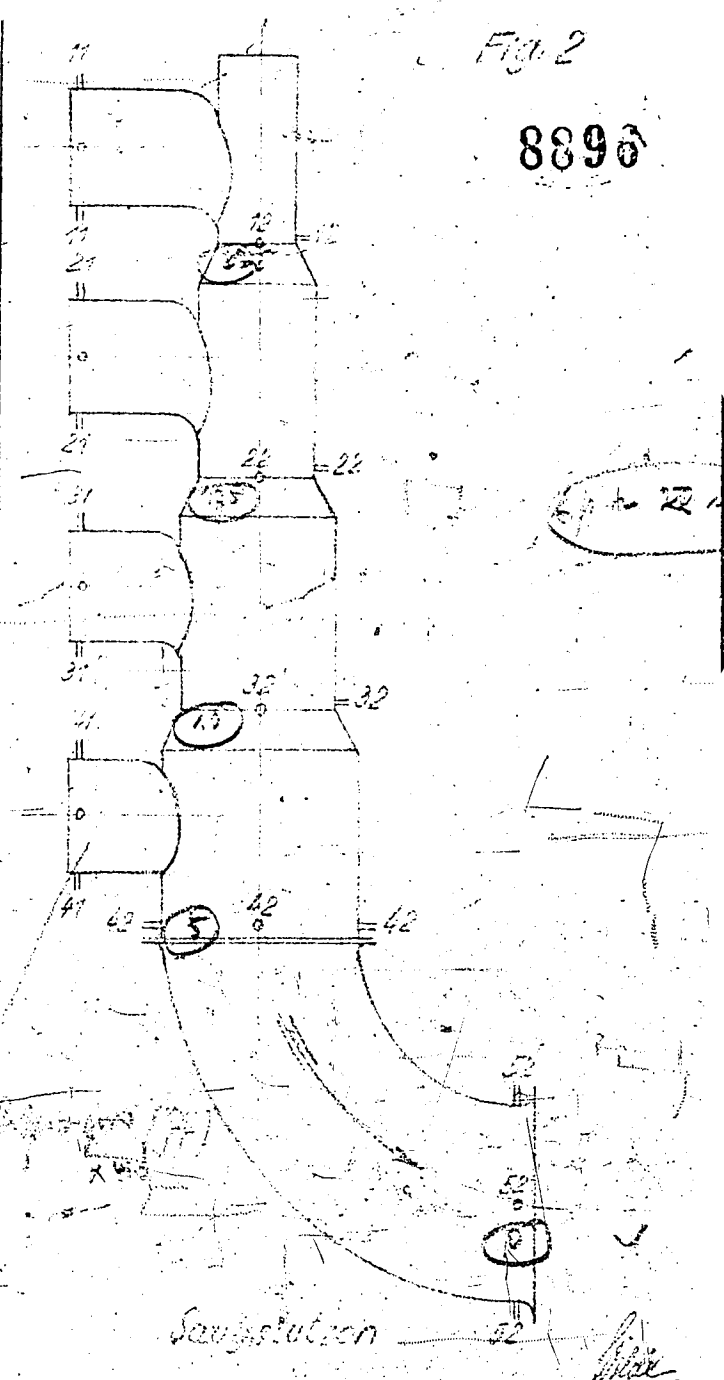
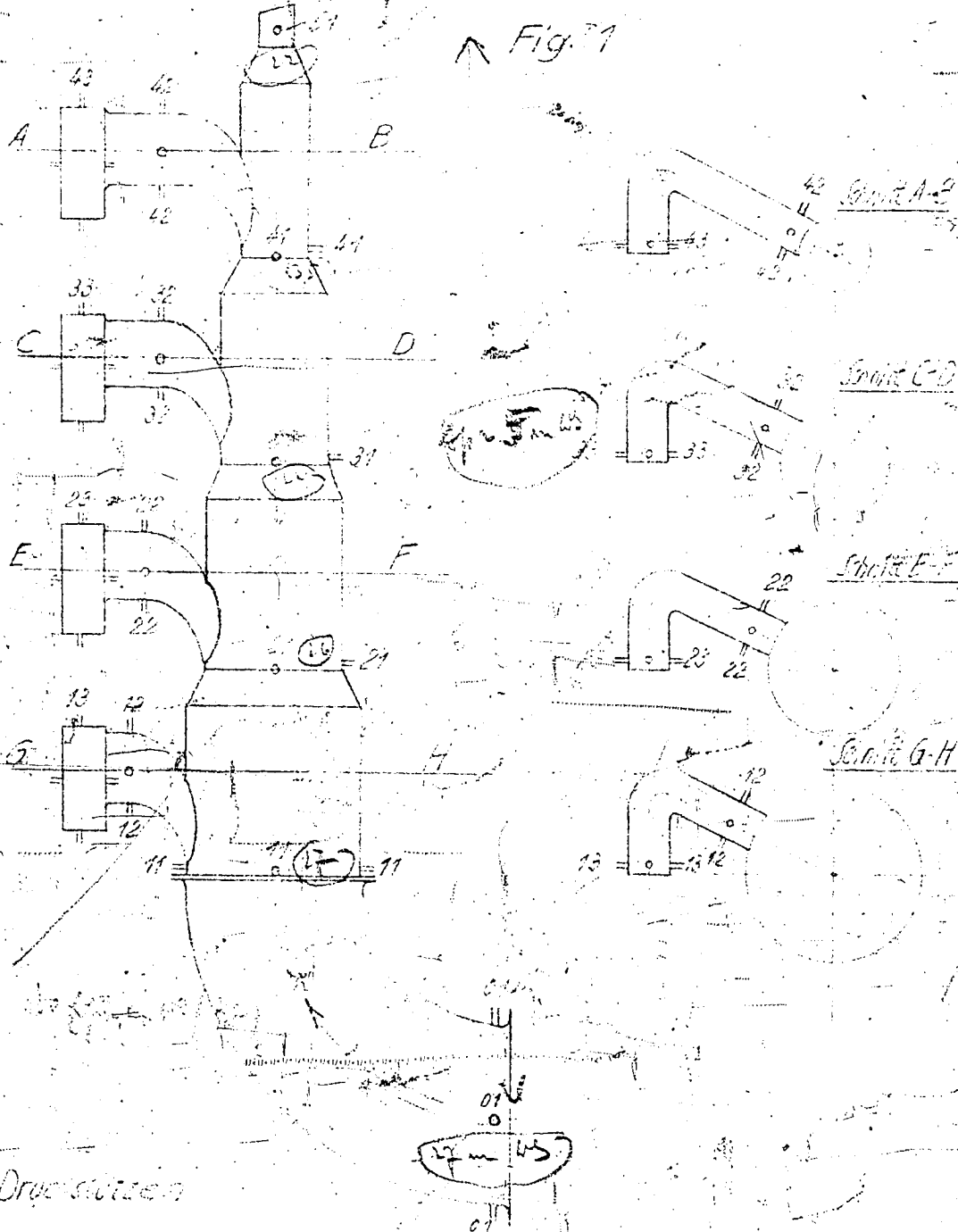
^{x)} Änderungen sind wegen Gebundenheit an bereits fertig gestellte Teile der Anlage nur in engen Grenzen möglich.

Tag
I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft
Ludwigshafen am Rhein
Name

Patent

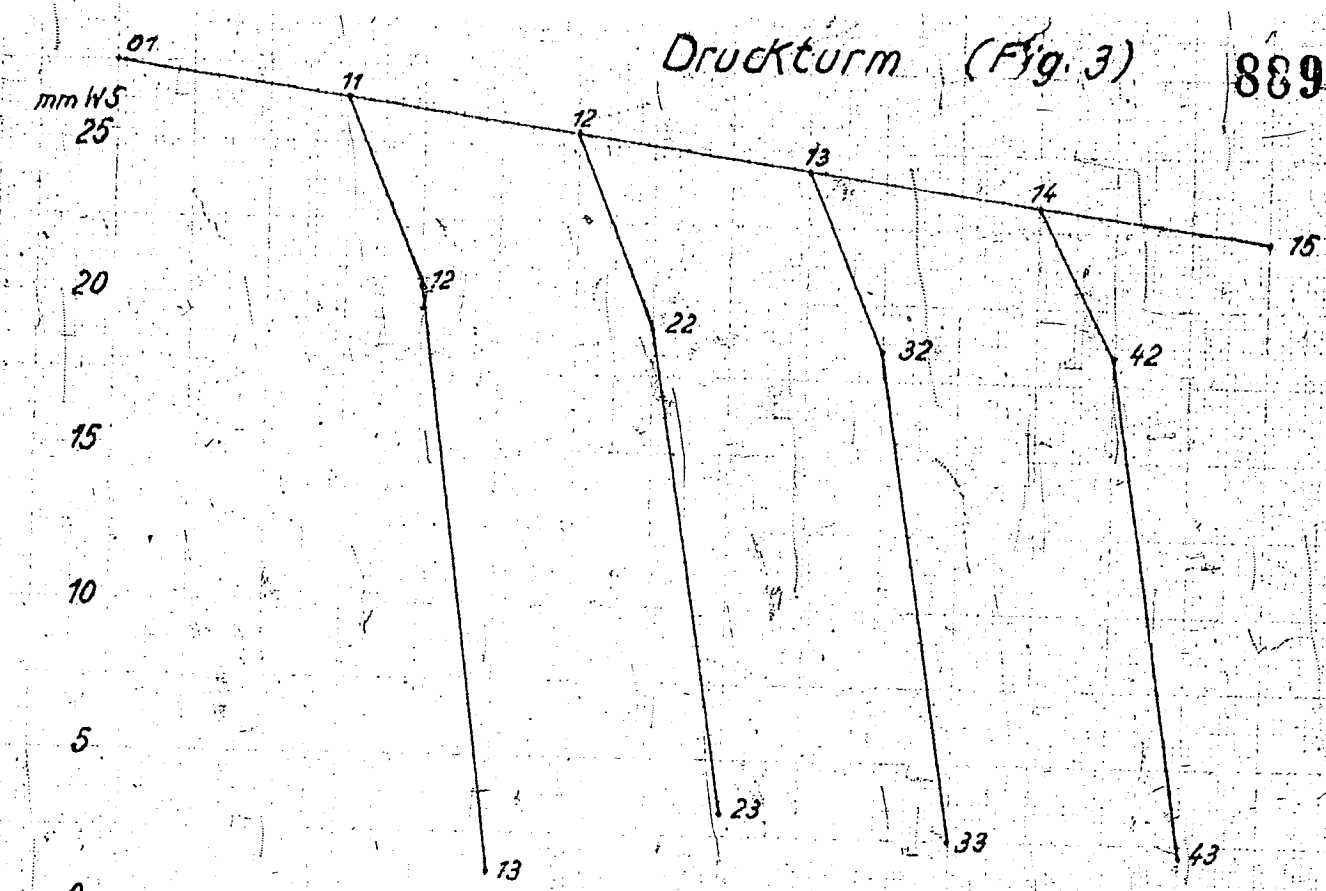
Druckmaschinen
Urfaberschrift nach DIN 34

Druckmaschinen
B. B. M.

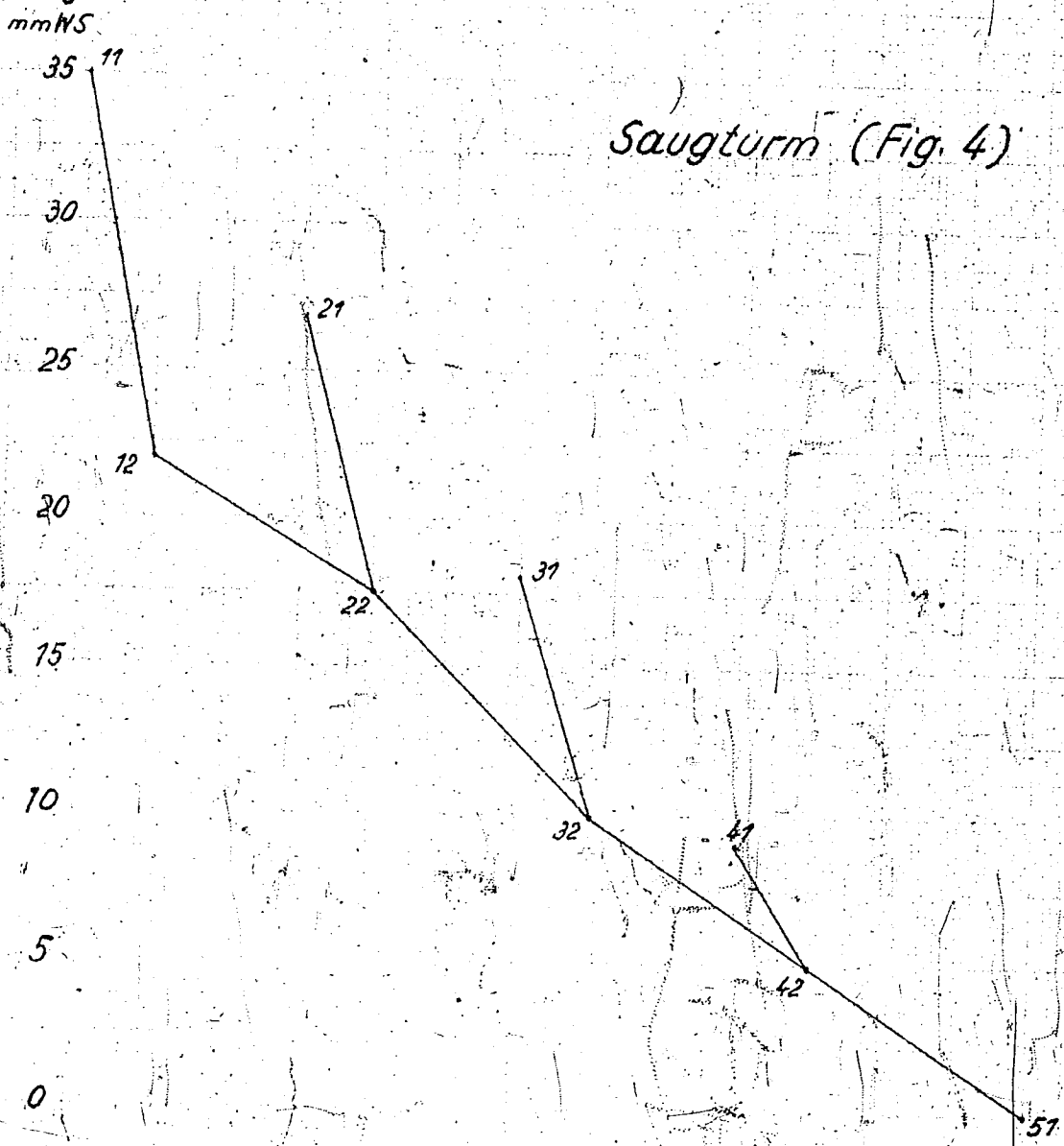


Druckturm (Fig. 3)

8897



Saugturm (Fig. 4)



BKOBs. 1482

A. G. Schenk