

Auftraggeber: GL/C-E 5/II

Unterlagen: Vorbescheid zu Auftrag Nr. SS 52e/50121/41 vom 5. Februar 1942. Besprechung Reg.-Baurat Heike, RLM - Bäuerle, AVA. Staurohre durch Herrn Post von der Fa. Eltron, Berlin, z. Teil überbracht, z. Teil zugesandt.

Vorläufige Ergebnisse: am 23.12.41, 6.1.42 und 29.1.42 abgesch.

Übersicht: Die Eichung eines Eltron-Staurohres (s. AVA Bericht 41/14/45 vom 5.12.41) ergab die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen über die Ausbildung des Sackloches mit seitlichen Entnahmebohrungen für den Gesamtdruck. Durch eine Zwischenuntersuchung (s. AVA-Bericht 41/14/48 vom 22.12.41) wurden die Strömungsverhältnisse beim zylindrischen Sackloch verschiedenen Durchmessers mit einer seitlichen Anbohrung geklärt, ferner der Einfluss des Sacklochdurchmessers auf die stat. Druckanzeige.

Vorliegender Bericht gibt die Ergebnisse über Untersuchungen an ca 20 z. Teil verschiedenen Versuchsmustern der Fa. Eltron wieder, bei denen die Gesamtdruck- und stat. Druckanzeige in Abhängigkeit vom Anströmwinkel, die stat. Druckanzeige auch in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit bzw. dem Anblassestaudruck untersucht wurden. Für drei Muster wurde die letztere Untersuchung bis zur Schallgeschwindigkeit ausgedehnt.

Gliederung: I. Modellbeschreibung.

II. Versuchsdurchführung, Auswertung und

III. Verzeichnis der Messergebnisse.

III. Zusammenfassendes Ergebnis.

Der Bericht umfasst:

8 Blatt Text

13 Kurv.-Blätter

1 Skizze

I N S T I T U T W I N D K A Ä L E

Leitung:


R. Seiferth

Der Bearbeiter:


Bäuerle

- 2 -

I. Modellbeschreibung.

Die ersten Versuchsmuster (Nr. 1 - 4) der Fa. Eltron unterscheiden sich von dem im AVA-Bericht 41/14/45 beschriebenen Eltron-Staurohr durch den kleineren Durchmesser des konischen Sackloches (10 mm \varnothing gegenüber 14,5 mm \varnothing) und die damit verbundene geringere Tiefe des Sackloches, s. Skizze 1. Bei den folgenden Rohren ist meist das tiefere Sackloch mit 14,5 mm Eintrittsdurchmesser beibehalten und die Lage der seitlichen Gesamtdruckbohrungen im Sackloch nach hinten verlegt. Die Schlitzze zur Entnahme des stat. Druckes liegen bei den ersten Versuchsmustern (1 - 4) im Abstand 2,5; 3,0 und 3,5 d von der Vorderkante der Sonde, bei den folgenden meistens im Abstand 3 d. Die Schlitzbreite beträgt im allgemeinen 0,5 mm bei einigen Rohren bis 1,0 mm.

Eine genaue Beschreibung der einzelnen Muster ist auf dem Tabellenblatt I und I angegeben.

II. Versuchsdurchführung, Auswertung und Verzeichnis der Messergebnisse.

Die Untersuchung der Sonden erfolgte im Freistrahle eines Hochgebläses von 360 mm \varnothing , der besonders turbulenzarm zu nennen ist. Die Untersuchung bei hohen Mach'schen Zahlen wurde in einem Hochgeschwindigkeitskanal der AVA mit 200 mm Düsendurchmesser durchgeführt.

Um Abweichungen der Sondenanzeige vom Sollwert einwandfrei beurteilen zu können, wurden der Gesamtdruck und stat. Druck gewöhnlich einzeln gemessen und dimensionslos dargestellt: die Gesamtdruckanzeige der Sonde durch Beziehen auf den ungestörten

- 3 -

Gesamtdruck ($\frac{p_{\text{ges}} \text{ Sonde}}{p_{\text{ges}}}$); die stat. Druckanzeige durch Beziehung auf den Anblasestaudruck nach Abzug des tatsächlichen Druckes an der Messtelle

($\frac{\Delta p_{\text{stat}}}{q_0}$ wobei $\Delta p_{\text{stat}} = p_{\text{stat}} \text{ Sonde} - p_{\text{stat}} \text{ Strahl}$).

Anstellwinkeländerungen wurden im allgemeinen nur in der Vertikalebene (Auftragung über α) vorgenommen, wobei die Gesamtdruckbohrungen oben lagen und die mittlere Gesamtdruckbohrung in der Vertikalebene (Drehebene) war. Einstellung "+ α " bedeutet Anblasung von unten (flugrichtig).

Die Einspannungsvorrichtung der Sonden am Flugzeug mittels einer Klemmverbindung (Überwurfmutter) wurde mitgeliefert. Es wurde untersucht, wie kurz das Staurohr eingespannt werden konnte, bis ein merkbarer Fehler durch die Einspannvorrichtung auftrat.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Kurvenform dargestellt, wobei der stat. Druck immer in v.H. des Staudruckes angegeben ist. Eine Zusammenstellung der Kurvenblätter mit einem Verzeichnis der Ergebnisse ist in Tabellenblatt II gegeben.

III. Zusammenfassendes Ergebnis.

Die Prüfung der Gesamtdruckanzeige der Sonden zeigt, dass eine Unsymmetrie in der Anzeige infolge der einseitigen Abnahme des Druckes im Sackloch weitgehend vermieden wird, wenn die Bohrungen tiefer in das Sackloch hineinverlegt werden. Eine Abhängigkeit von der Geschwindigkeit besteht für den Gesamtdruck nicht. Der Abfall der Gesamtdruckanzeige bei Schräganblasung ist vom Sacklochdurchmesser abhängig. Durch geeignete Wahl des Sack-

- 4 -

lochdurchmessers (ca $\frac{1}{3}$ des Aussendurchmessers) wird der Abfall der Gesamtdruckanzeige von der gleichen Grössenordnung wie derjenige der stat. Druckanzeige (Prandtlrohr); dadurch wird eine Richtungsempfindlichkeit in der Differenzdruckanzeige in Grenzen von ca $\pm 15^\circ$ erreicht. Da bei den untersuchten Röhren von 18 mm \varnothing die Kopfbohrung meistens ca 14,5 mm betrug, ist diese Bedingung nicht erfüllt. Die Röhre haben eine Differenzdruckcharakteristik wie ein Brabbeerohr (scharfkantiges Stauröhr).

Die stat. Druckanzeige ist stark von Herstellungszufälligkeiten abhängig, die ohne weiteres Unterschiede von $\pm 0,005 q$ liefern. Wenn auch das Einsägen der stat. Schlitzte in das Rohr eine Gewähr für eine gerade durchlaufende Achse für den vorderen und hinteren Sondenteil bietet, so gleichen sich doch in der Nähe der Schlitzte Spannungen im Rohr aus, die das Rohr verformen und je nach der Bewegung des hinteren gegen den vorderen Zylindermantelteil Ansteigen oder Abfallen des stat. Druckes erzeugen. Dieser Vorgang kann durch das Einschleiben des Heizkörpers oder Einlöten (hart) des Sondenkopfes noch verstärkt werden, so dass diese Unsicherheit bei einer Serienherstellung der Sonden immer bestehen bleiben wird. Diese kleinen Unterschiede lassen sich auch mit einem Mikrometer nicht mehr feststellen; in besonders massen Fällen gibt das Anlegen eines Haarlineals auf einer Mantellinie die beste Beurteilungsmöglichkeit, wobei wegen der Verschiedenheit über den ganzen Umfang eine einzelne Stelle noch keinen Schluss zulässt.

Die Spaltbreite bringt bis 1,0 mm Breite noch keine messbaren Unterschiede im stat. Druck. Auch die Grösse der Kopfbohrung hat bis zu Mach'schen Zahlen von $\approx 0,7$ keinen wesentlichen

- 5 -

Einfluss auf die stat. Druckanzeige; dann allerdings zeigen die Rohre mit der grossen Kopfbohrung bei der Mach'schen Zahl 0,8 eine merkliche Unstetigkeit, die auf das Auftreffen eines Verdichtungsstosses auf den stat. Ringspalt schliessen lässt. Durch Rückverlegen des Ringspalt auf etwa $5 d$ wie beim Bruhn-Staurrohr lässt sich dies vermeiden, ebenso durch Verkleinern der Kopfbohrung auf ca $10 \text{ mm } \varnothing$ (s. Rohr 2) unter Beibehaltung der Schlitze bei $3 d$ Abstand.

Der Einfluss der Einspannvorrichtung (Mastbefestigung) auf die Sondenanzeige ist bis zu einem Abstand von 160 mm von dem stat. Ringspalt unbedeutend.

Tabelle I für die untersuchten Staurohrmuster.

| Rohr Nr.: | D ₀ mm | x mm | l mm | s mm | Bemerkungen. |
|--------------|-------------------|------|------|------|--|
| 1 | 10,0 | 2,3 | 45,5 | 0,50 | |
| 1a | 10,0 | 2,3 | 45,5 | 0,50 | Rohr 1 mit nachträglich eingedrehter Rille bei den Gesamtdruck-Bohrungen s. Sk. 1. |
| 2 | 10,0 | 2,3 | 52,0 | 0,50 | |
| 3 | 10,0 | 2,3 | 63,0 | 0,50 | |
| 4 | 10,0 | 1,5 | 52,0 | 0,50 | Sackloch 4 mm tief zylindrisch 10mm Ø |
| 5 | 14,5 | 3,8 | — | — | |
| 10 | 14,5 | 3,8 | 53,5 | 0,55 | entspricht Rohr 5, stat. Schlitz nachträglich eingesägt. |
| 11 | 14,5 | 3,8 | 54,5 | 1,00 | |
| 12 | 14,5 | 5,8 | 54,5 | 0,85 | |
| 13 | 11,0 | 2,6 | 53,0 | 0,55 | als Gesamtdruck-Rohr geliefert Schlitz später eingesägt. |
| 13a | 11,0 | 2,6 | 53,0 | 1,00 | Rohr 13 Schlitz breiter gesägt. |
| 14 | 14,5 | 4,6 | 54,0 | 0,50 | |
| 15a | 14,5 | 5,2 | 54,0 | 0,45 | Farbe beseitigt und Sonde glatt geschmiørgelt. |
| 15b | 14,5 | 5,2 | 54,0 | 0,45 | Sondenkopf zylindrisch gefeilt. |

Tabelle Ia für die untersuchten Staurohrmuster.

| Rohr Nr.: | D _e mm | x mm | l mm | s mm | Bemerkungen. |
|--------------|-------------------|------|------|------|---|
| 15c | 14,5 | 5,2 | 54,0 | 0,45 | Sonde vorn ⁵ /100 mm dünner als am Ringspalt. |
| 15 | 14,5 | 5,2 | 54,0 | 0,45 | } Serien-Muster gespritzt mit Heizung 130 W. |
| 16 | 14,5 | 5,2 | 54,0 | 0,45 | |
| 17 | 14,5 | 5,2 | 54,0 | 0,45 | |
| 18 | 14,5 | 5,2 | 54,0 | 0,45 | |
| 19 | 14,5 | 5,2 | 54,0 | 0,45 | |
| 79578 | 14,0 | 4,3 | 93,0 | 0,90 | Bruhn-Staurohr gespritzt, mit Heizung 130 W. |
| 21 | 14,6 | 5,6 | 90,0 | 0,50 | |

Die Nummerierung der Staurohre Nr. 1 - 5 stammt von der
AVA, s. Vorläufige Berichte.

Die Nummerierung der Rohre Nr. 10 und ff. stammt von der
Firma Eltron (fortlaufende Werknummer).

Es bedeutet: D_e = Eintrittsdurchmesser des Sackloches.

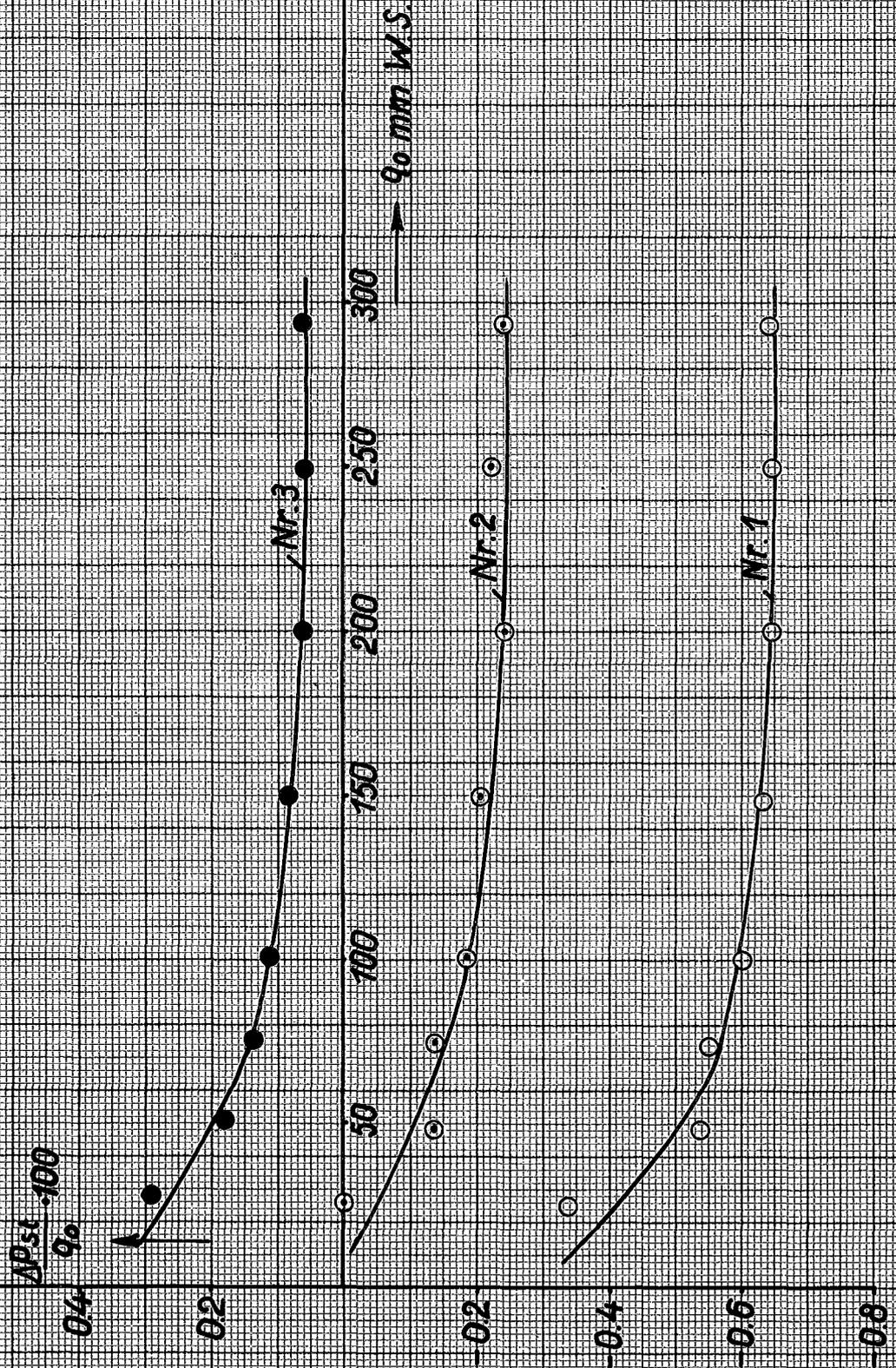
x = Abst. der Gesamtdruckbohrungen von Sondenvorderkante.

l = Abst. der stat. Schlitze von Sondenvorderkante.

s = Breite der stat. Schlitze.

Tabelle II Verzeichnis der Kurvenblätter.

| Kurvbl. Nr.: | Auftragung: | Untersuchtes Staurohr: | Bemerkung: |
|-----------------|---|--|--|
| 1 | $\frac{\Delta p_{\text{stat}}}{q_0} = f(q_0)$ | Nr.: 1, 2, 3. | |
| 2 | $\frac{\Delta p_{\text{stat}}}{q_0} = f(\alpha)$ | Nr.: 1, 2, 3. | |
| 3 | $\frac{p_{\text{ges Sonde}}}{p_{\text{ges}}} = f(\alpha)$ | Nr.: 1, 2, 3, 4, 5. | für Rohr 5 $\frac{p_{\text{ges Sonde}}}{p_{\text{ges}}} = f(\alpha)(\beta)$ |
| 4 | $\frac{p_{\text{ges Sonde}}}{p_{\text{ges}}} = f(\alpha)$ | Nr.: 1 u. 1a. | |
| 5 | $\frac{\Delta p_{\text{stat}}}{q_0} = f(q_0)$ | Nr.: 10, 11, 12, 13, 13a, 14. | |
| 6 | $\frac{\Delta p_{\text{stat}}}{q_0} = f(\alpha)$ | Nr.: 10, 11, 12, 13, 13a, 14. | |
| 7 | $\frac{p_{\text{ges Sonde}}}{p_{\text{ges}}} = f(\alpha)$ | Nr.: 11, 12, 13, 14. | |
| 8 | $\frac{\Delta p_{\text{stat}}}{q_0} = f(q_0)$ | Nr.: 15a, b, c, 16, 17, 18, 19. | |
| 9 | $\frac{q_{\text{Sonde}}}{q_0} = f(\alpha)$ | Nr.: 15, 16, 17, 18, 19. | |
| 10 | $\frac{\Delta p_{\text{stat}}}{q_0} = f(q_0)$ | Nr.: 21 und Bruhn- rohr Nr.: 79578. | |
| 11 | $\frac{q_{\text{Sonde}}}{q_0} = f(\alpha)$ | Nr.: 21 und Bruhn- rohr Nr.: 79578. | |
| 12 | $\frac{\Delta p_{\text{stat}}}{q_0} = f(a)$ | Einfluss der Mastbefestigung auf die Sondenabhängigkeit von der Einspann- länge. | |
| 13 | $\frac{\Delta p_{\text{stat}}}{q_0} = f(M)$ | Nr.: 2, 10, 14, ferner ein Bruhnstaurohr mit Stiel DVL - Stauscheibensonde aus der ersten Untersuchung, s. AVA Bericht- Nr. 41/14/43. | |





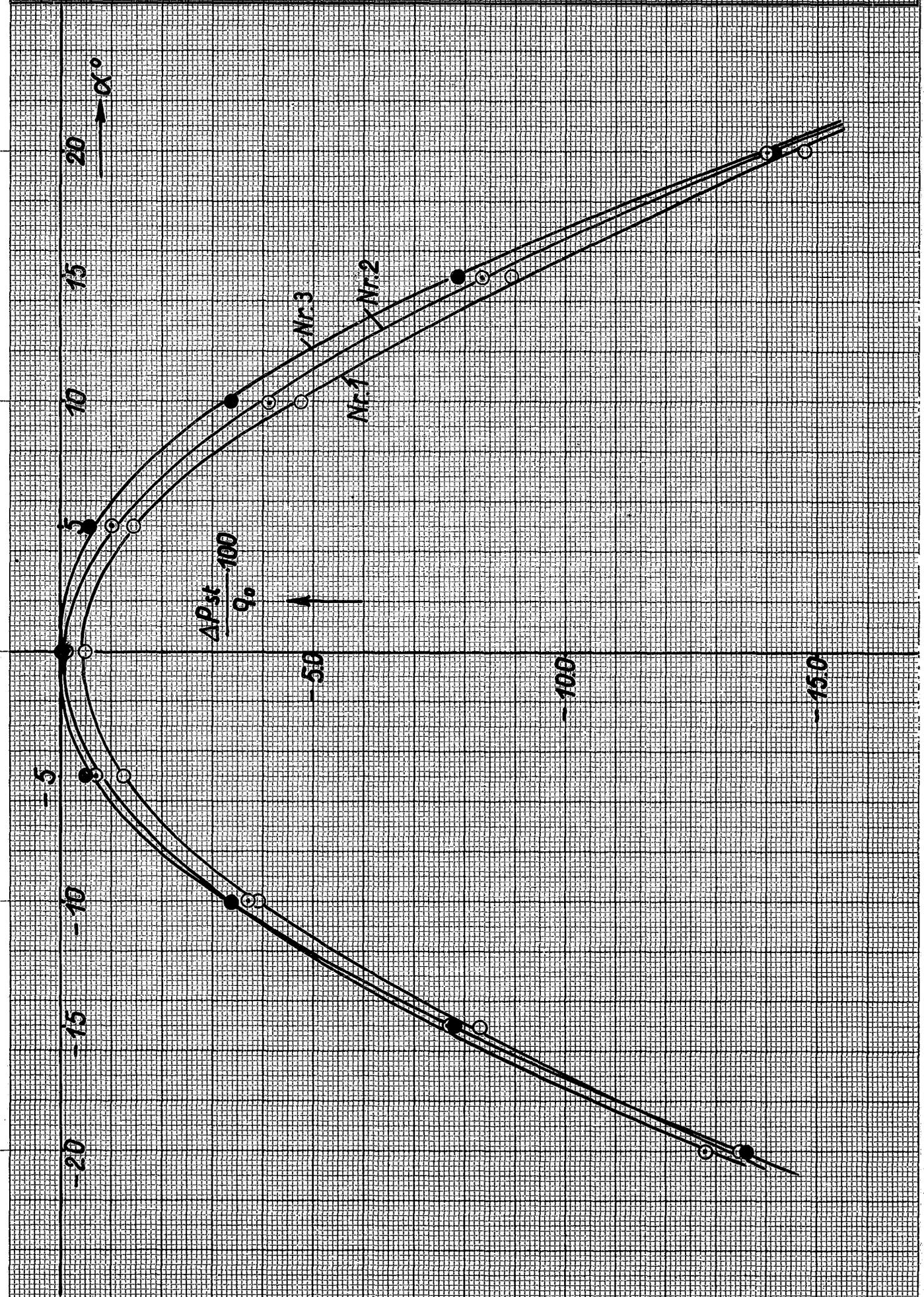
Aerodynamische Versuchsanstalt Göttingen E.V.

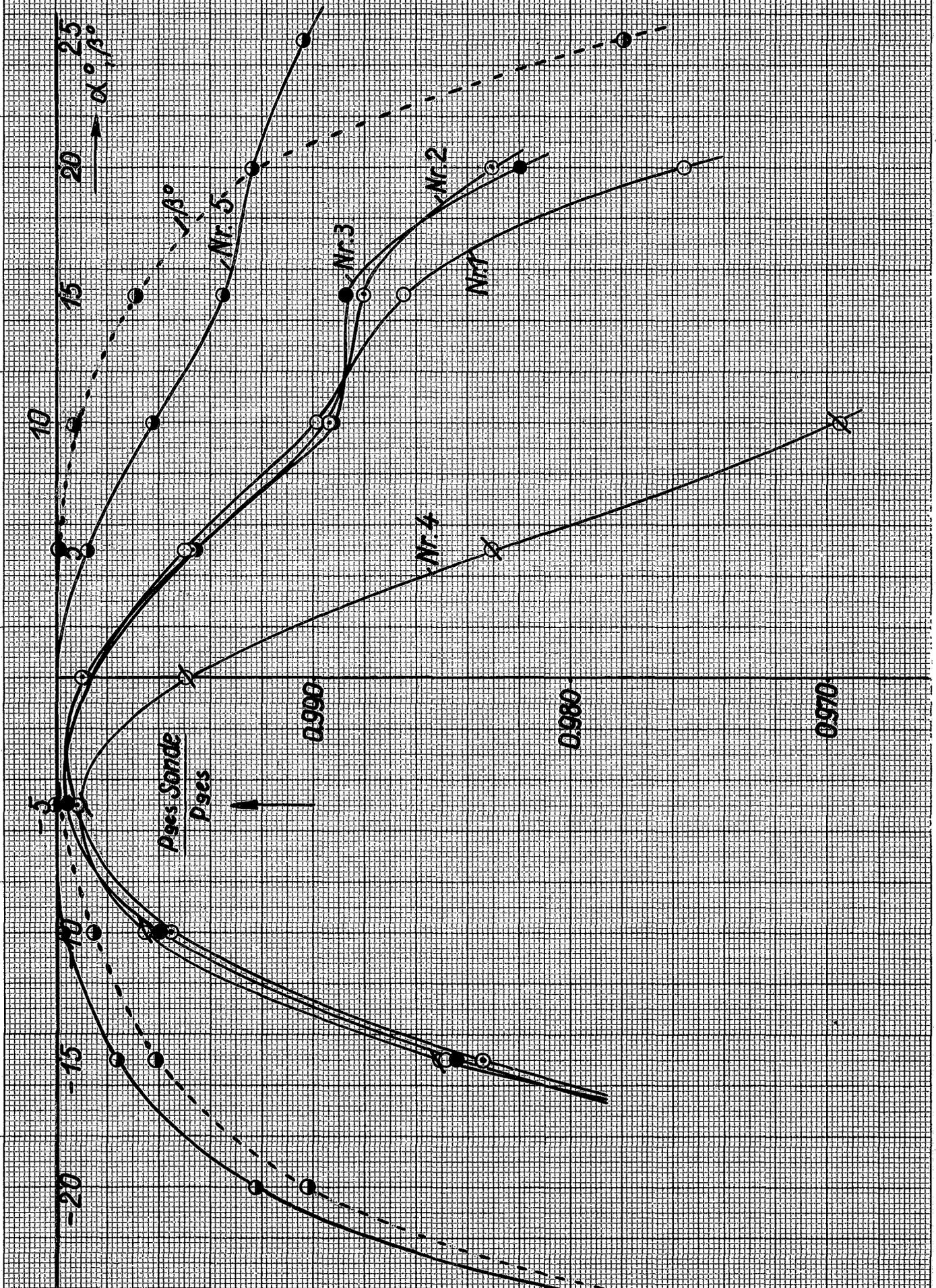
Kurvenblatt Nr. 2

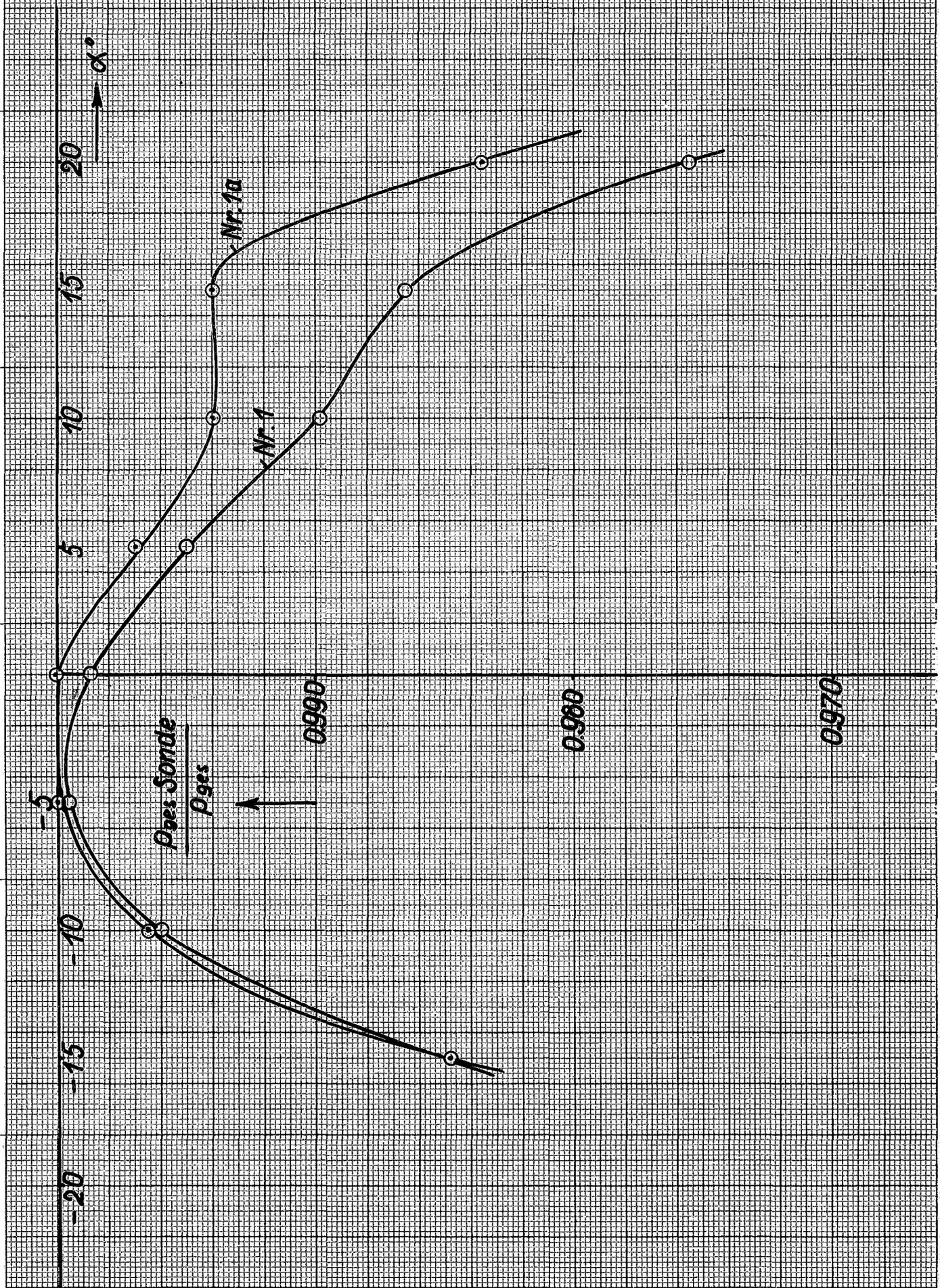
Tabellenblatt Nr. -

Datum: 30.3.42

Zeichner: Th.







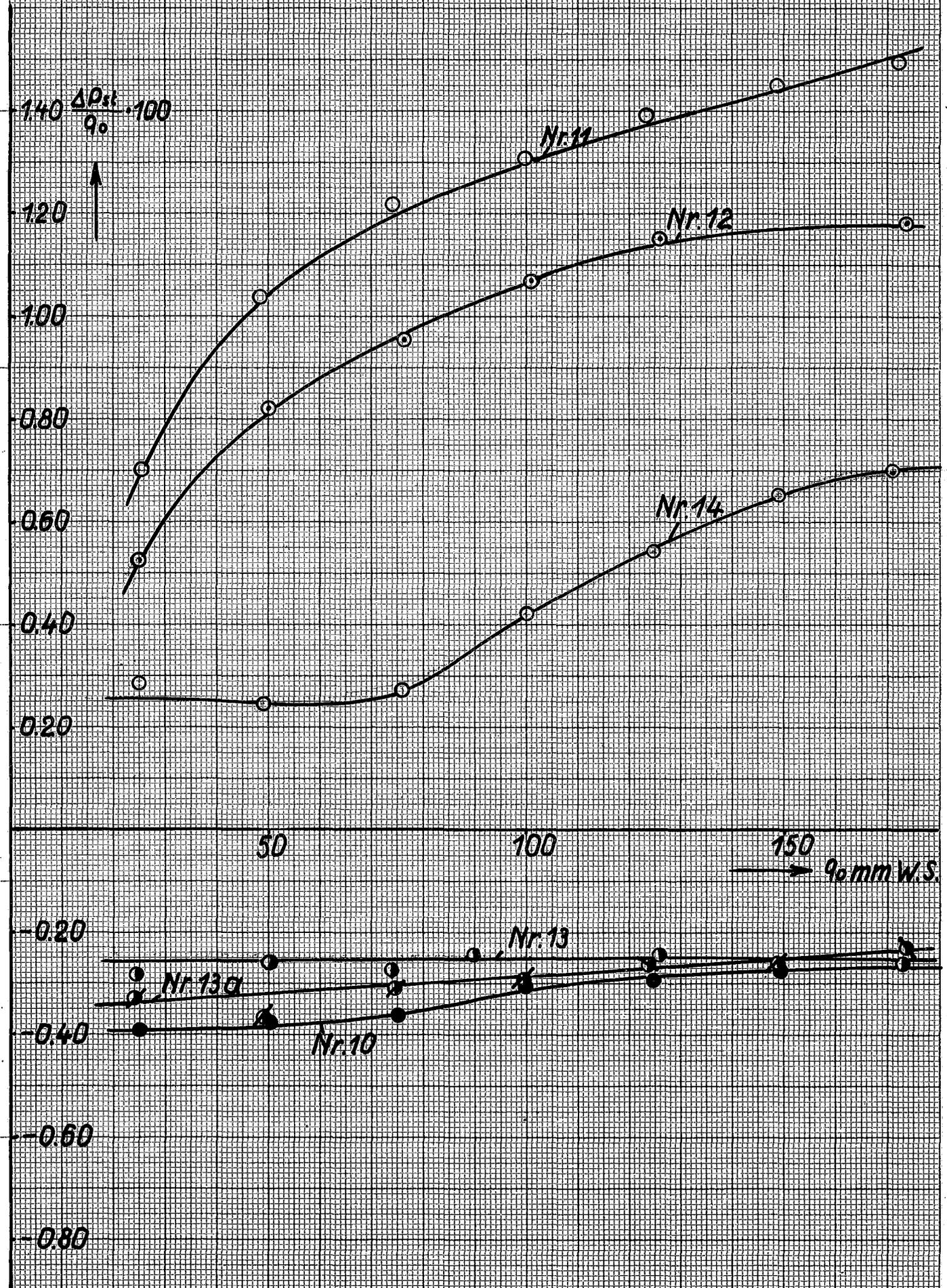


Aerodynamische Versuchsanstalt Göttingen E.V.

Kurvenblatt Nr. 5

Tabellenblatt Nr. -

Datum: 30.3.42 Zeichner: Th.





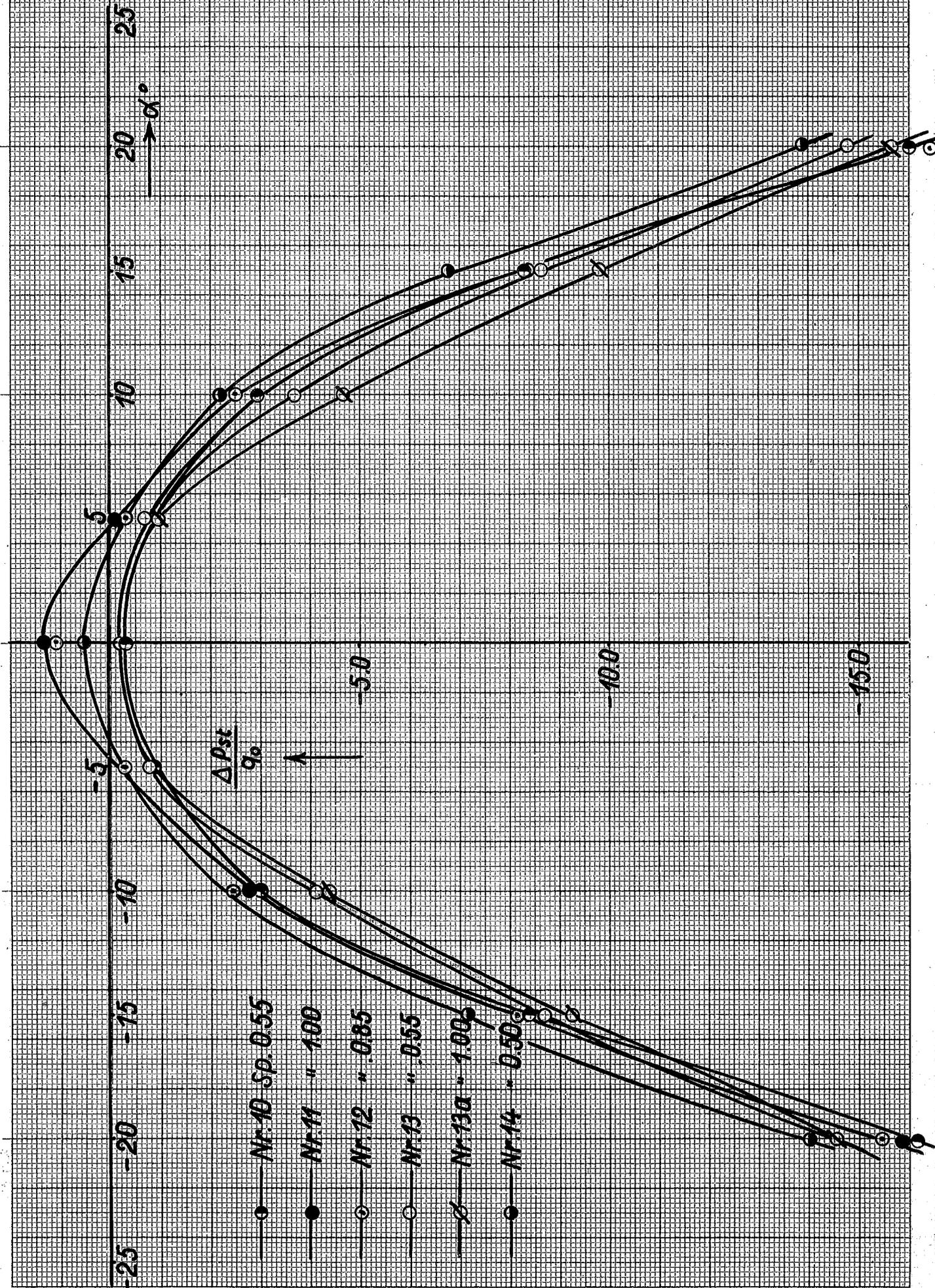
Aerodynamische Versuchsanstalt Göttingen E.V.

Kurvenblatt Nr. 6

Tabellenblatt Nr. -

Datum: 30.3.12

Zeichner: Th.



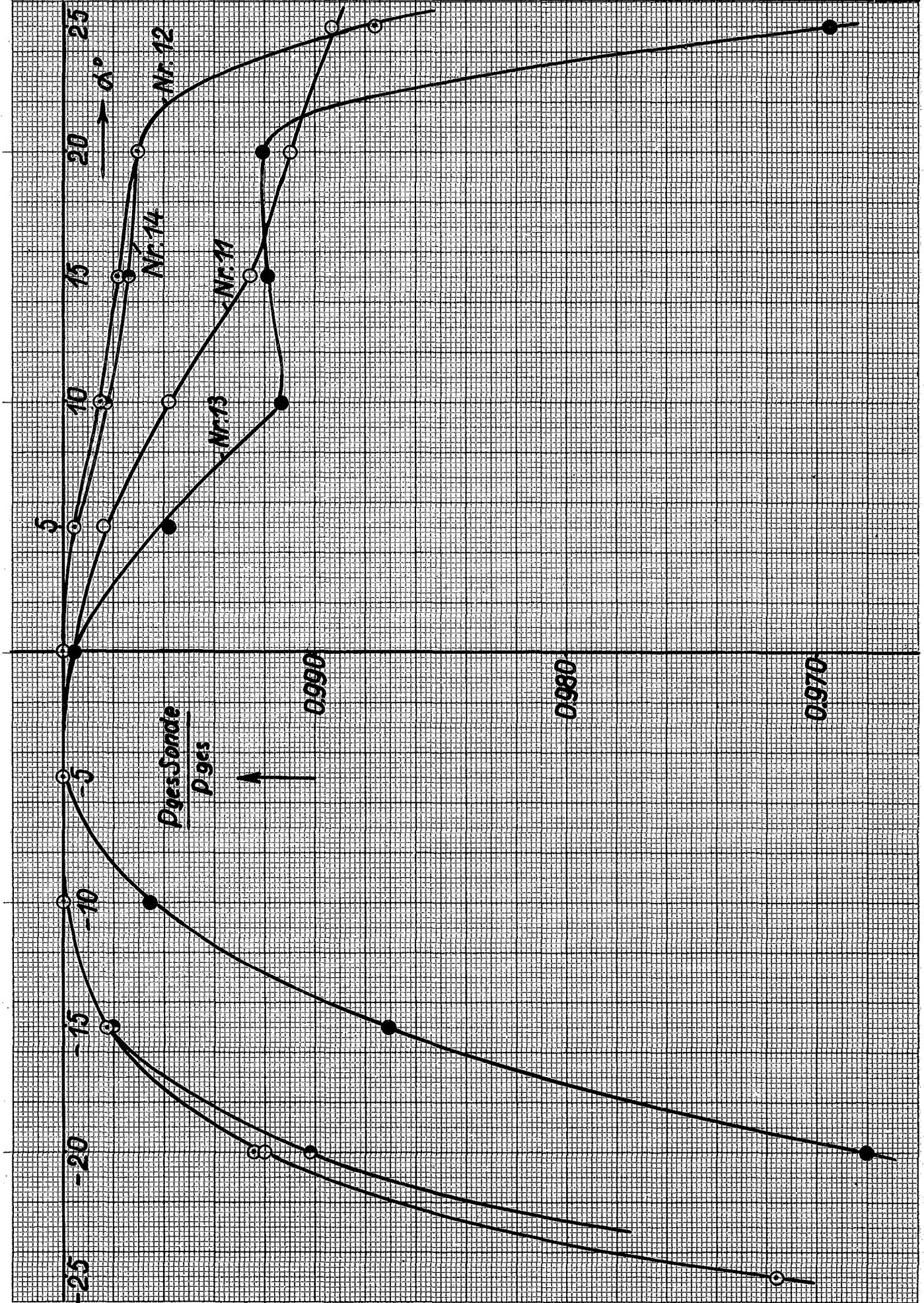


Aerodynamische Versuchsanstalt Göttingen E.V.

Kurvenblatt Nr. 7

Tabellenblatt Nr. —

Datum: 30.3.42 Zeichner: Th.



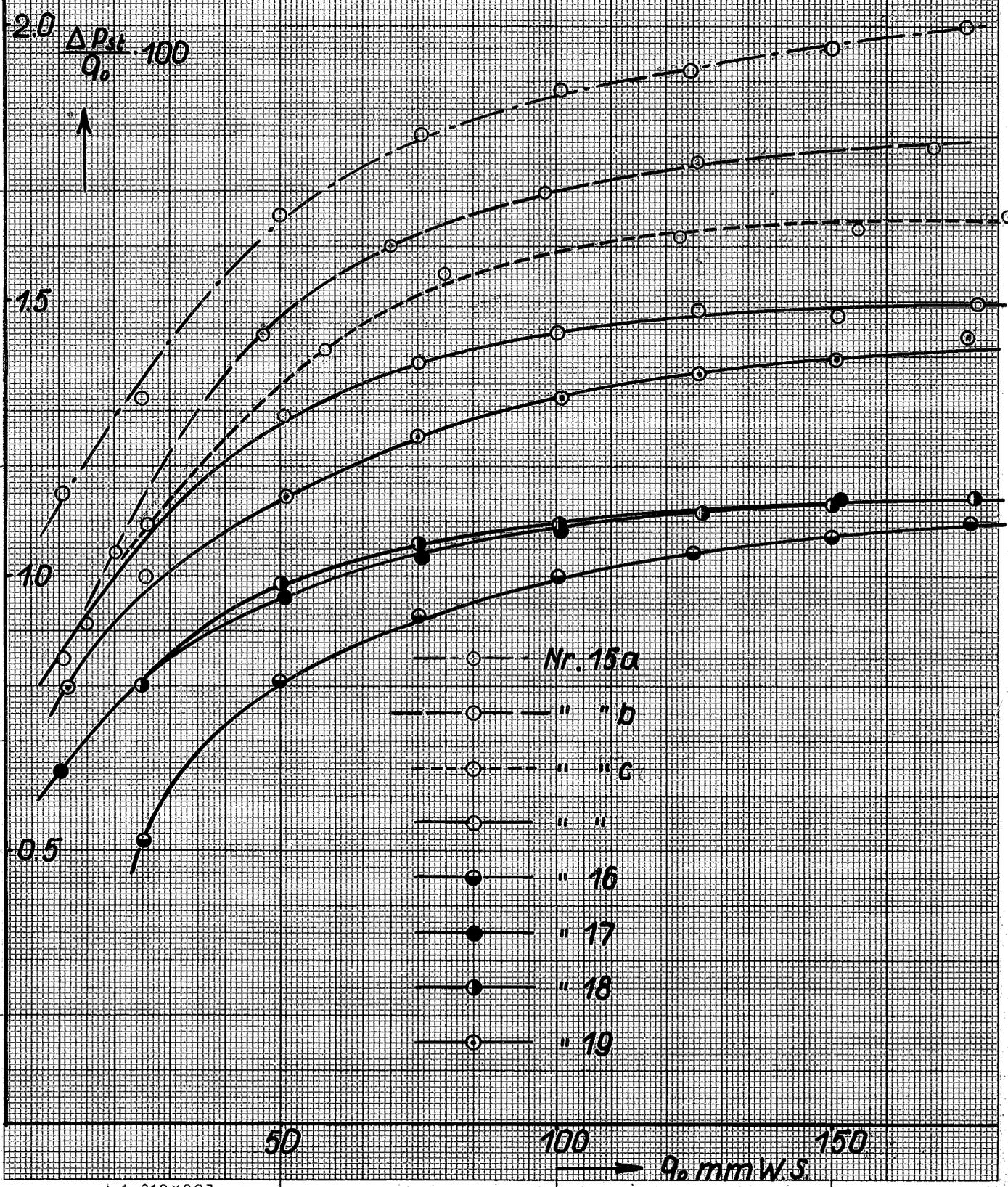


Aerodynamische Versuchsanstalt Göttingen E.V.

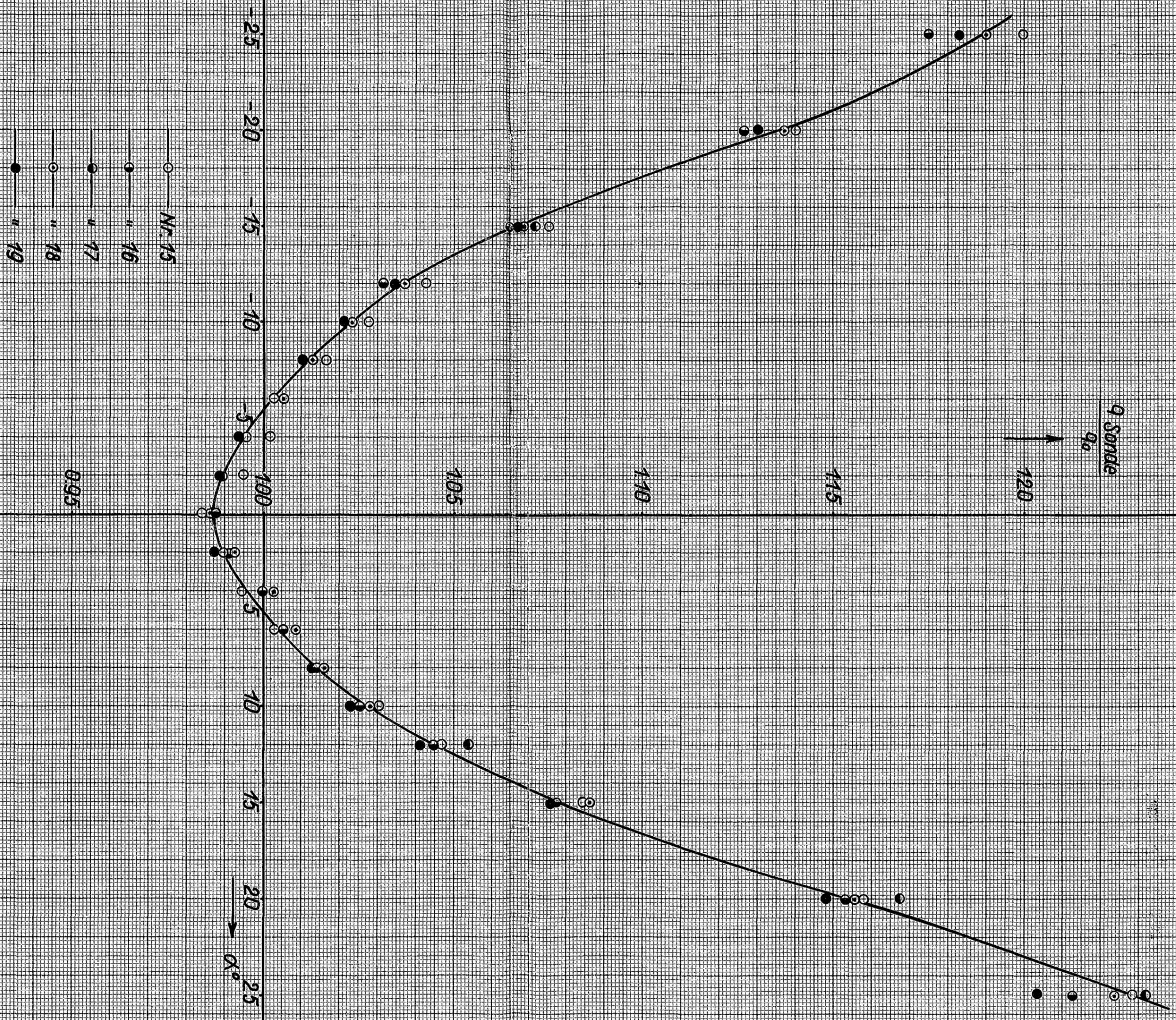
Kurvenblatt Nr. 8

Tabellenblatt Nr. -

Datum: 30.3.42 Zeichner: G. n.



KBI.9



- — Nr. 15
- — " 16
- — " 17
- — " 18
- — " 19

0.990

0.995

1.00

1.05

1.10

1.15

1.20

$\frac{q_{Sonde}}{q_0}$

20
25
 α°

AERODYNAMISCHE VERSUCHSANSTALT
GÖTTINGEN E. V.

30.342

Theune.



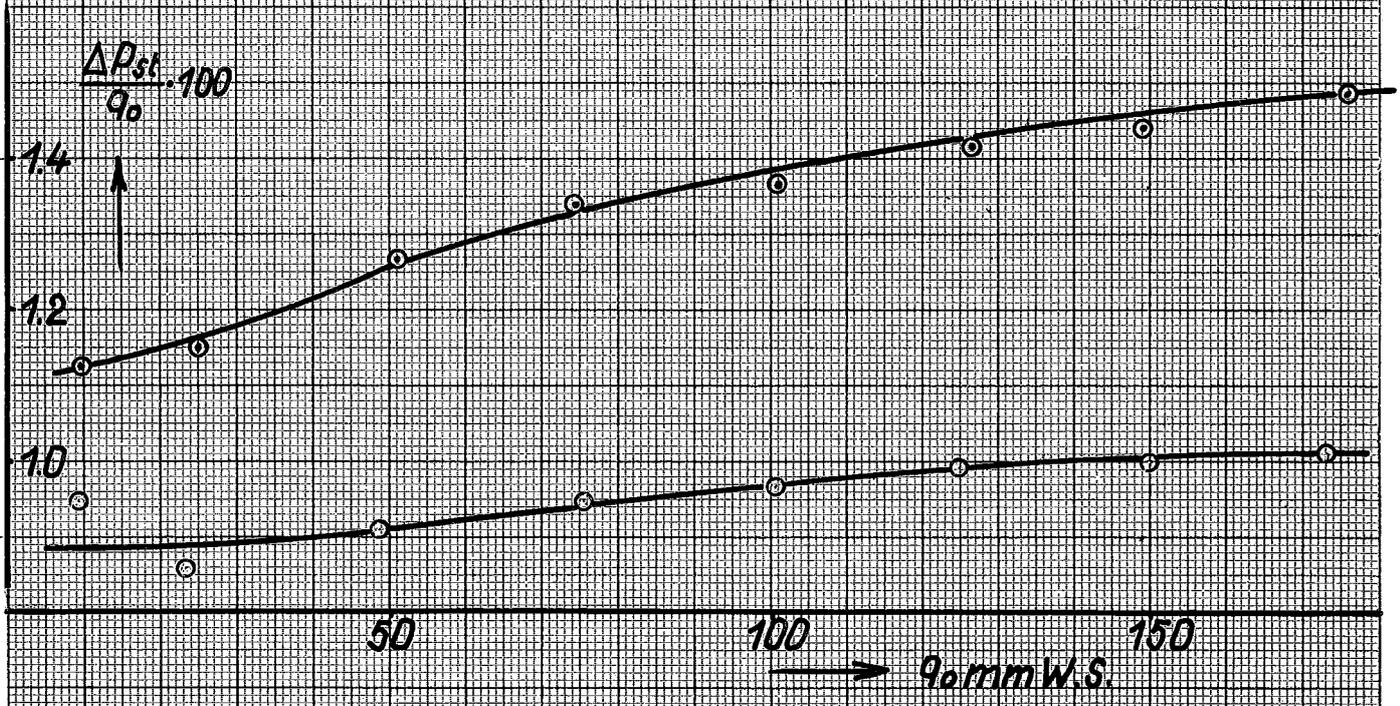
Aerodynamische Versuchsanstalt Göttingen E.V.

Kurvenblatt Nr. 10

Tabellenblatt Nr. -

Datum: 30.3.42 Zeichner: D.V.

—○— Bruhn-Staurohr 79578
—○— Eltron " " 21



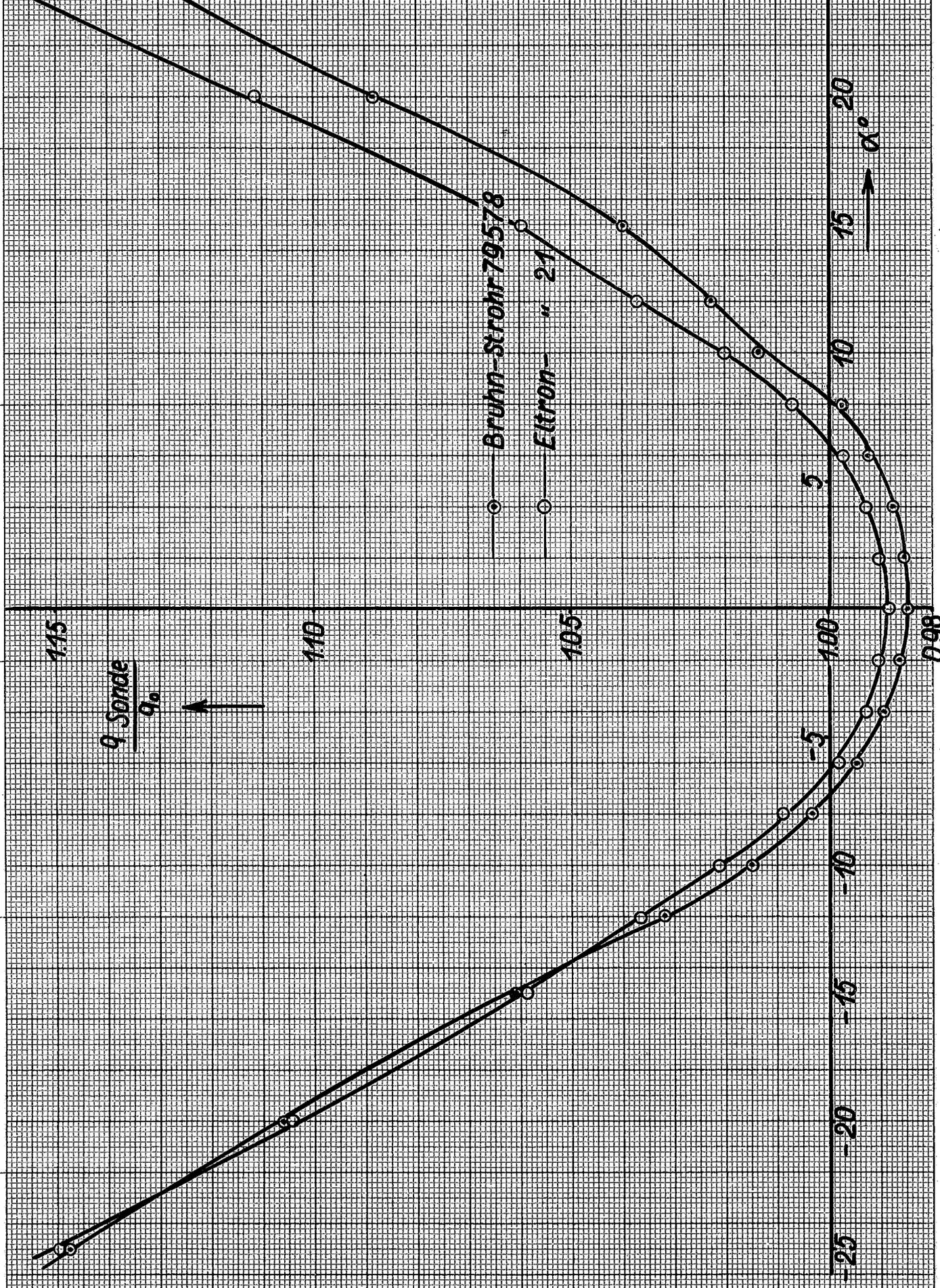


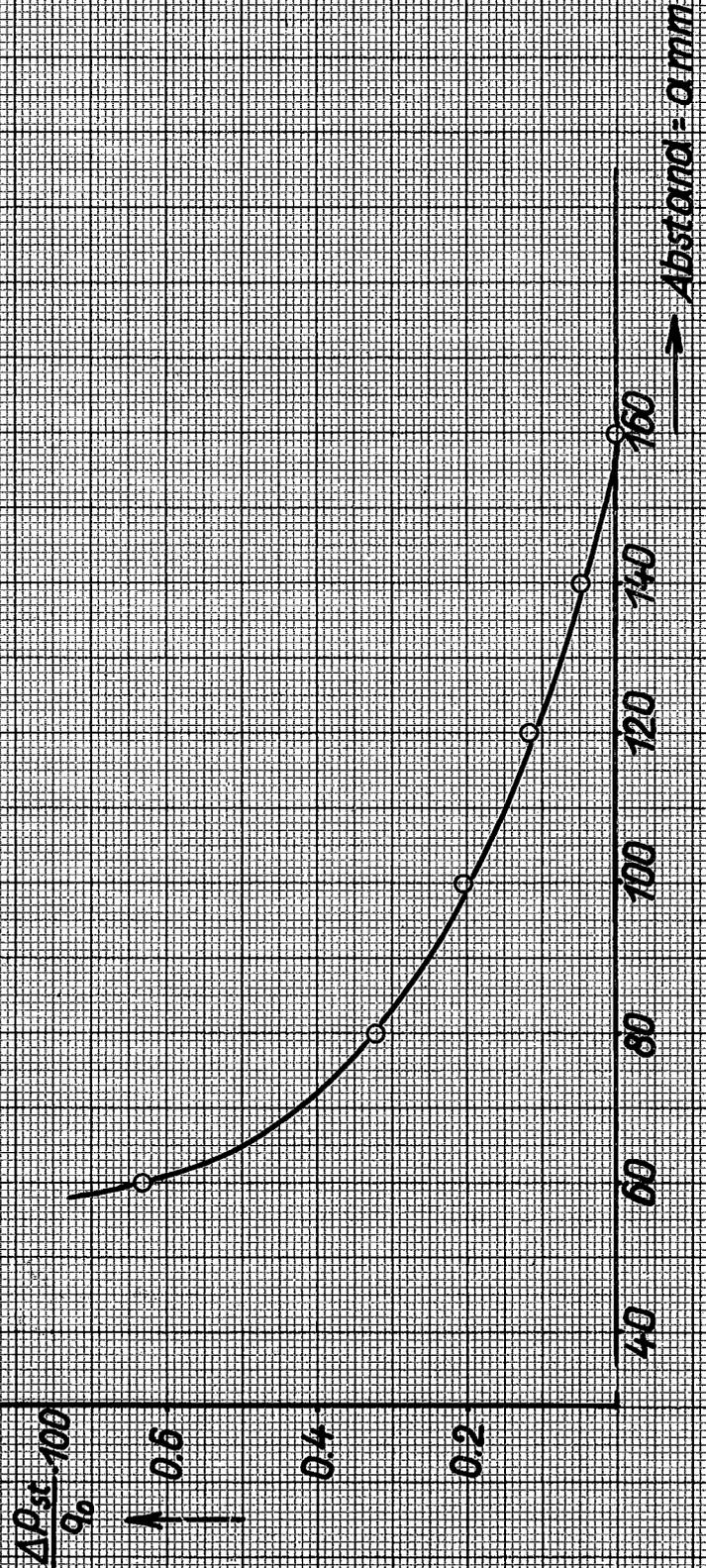
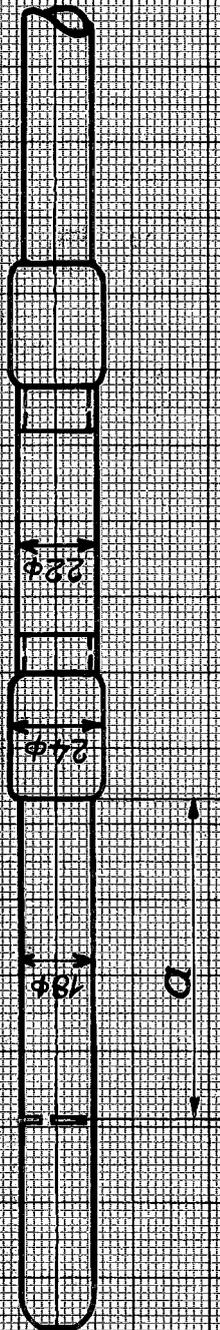
Aerodynamische Versuchsanstalt Göttingen E.V.

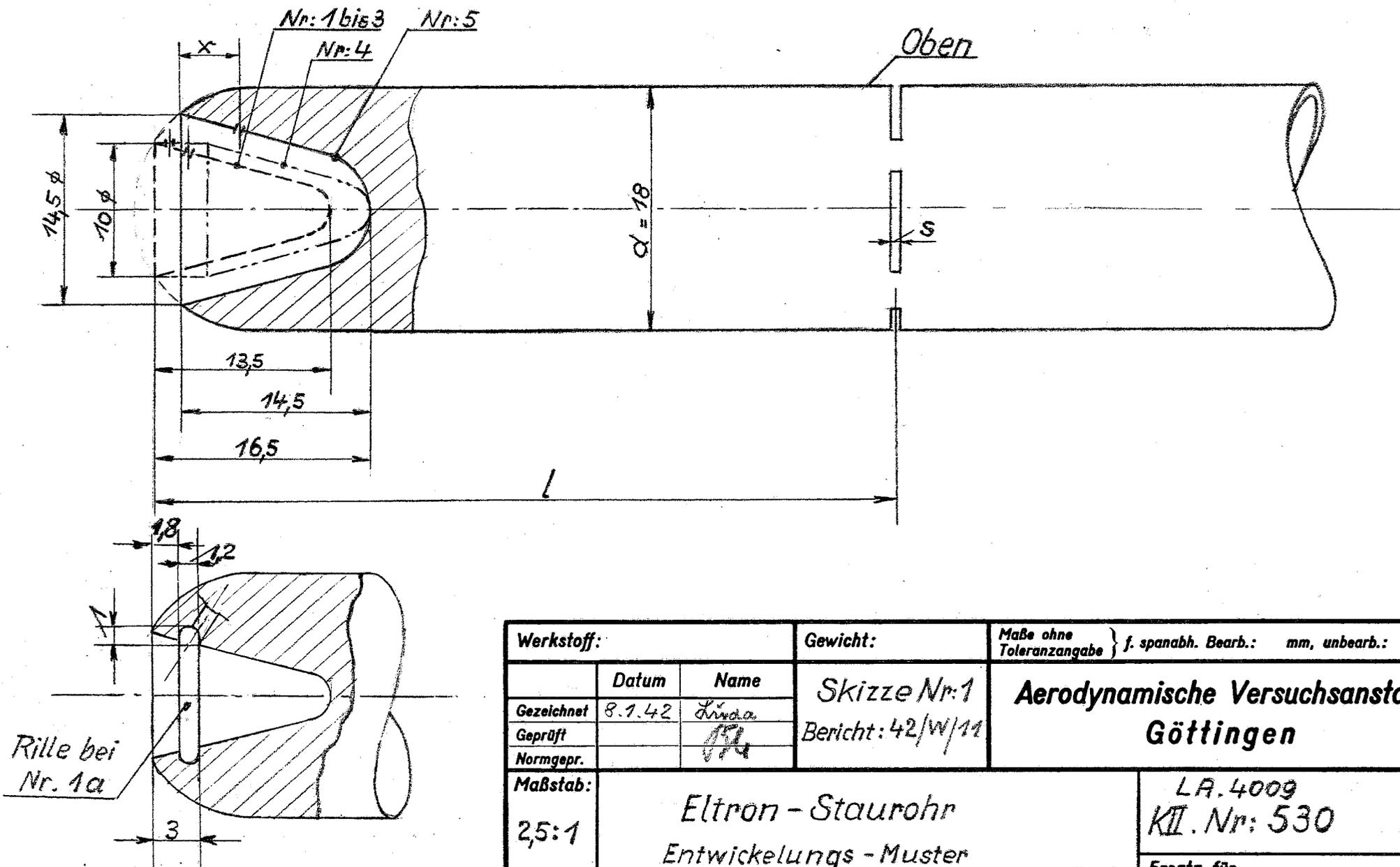
Kurvenblatt Nr. 11

Tabellenblatt Nr. =

Datum: 30.3.42 Zeichner: [unintelligible]







| | | | |
|-------------------|--|------------------|---|
| Werkstoff: | | Gewicht: | Maße ohne Toleranzangabe } f. spanabh. Bearb.: mm, unbearb.: mm |
| Gezeichnet | Datum | Name | |
| 8.1.42 | | Skizze Nr: 1 | Aerodynamische Versuchsanstalt Göttingen |
| Geprüft | | Bericht: 42/W/11 | |
| Normgepr. | | | |
| Maßstab: | Eltron - Staurohr Entwicklungs - Muster | | LA. 4009 KII. Nr: 530 |
| 2,5:1 | | | Ersatz für |
| | | | Ersetzt durch |