

Johann Prof. Dr. Schulz

DISSERTATION
Submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Doctor of Philosophy
in the Graduate School of the University of Illinois at Chicago
Chicago, Illinois
1976

Ing. F. Stipernitz

Ing. J. Stäpernd
Zu Rio J. 2/1 1825/1826

V e r w e n d e t e L i t e r a t u r .

E l s t e r u. G e i t e l, Der photo-elektrische Effekt.

Wied. Ann. 48, 1898.

S t a r k e, Über Reflexion der Kathodenstrahlen. Ann. d.

Physik 3, 1900.

S t a r k e, Gesamtbetrag der diffusen Reflexion. Ann.

d. Physik 3, 1900.

A u s t i n u. S t a r k e, Über die Reflexion der

Kathodenstrahlen und die damit verbundene neue Er-

scheinung sekundärer Emission. Ann. d. Physik 9, 1901.

P. L e n a r d, Über die Beobachtung langsamer Kathoden-

strahlen mit Hilfe der Phosphoreszenz und über Se-

kundärentstehung von Kathodenstrahlen. Ann. d. Phy-

sik, 12, 1903.

P. L e n a r d, Über die Absorption von Kathodenstrahlen

verschiedener Geschwindigkeiten. Ann. d. Ph., 12, 1903.

W e h n e l t, Über den Austritt negativer Ionen aus

Glühkathoden. Ann. d. Ph. 1904.

G. C. S c h m i d t, Die Kathodenstrahlen. Slg. "Die Wis-

senschaft", Heft 2, 1904.

A. B e c k e r, Messungen an Kathodenstrahlen. Ann. d.

Physik, 17. 1905.

2
Chr. F u c h t b a u e r , Über die Geschwindigkeit der
von Kanalstrahlen und von den Kathodenstrahlen beim
Auftreffen auf Metalle erzeugten negativen Strah-
len. Phys.-Ztschr. 7, 1905.

F. H a r m s , Photo-elekt. Photometer und Beobachtungen
mit demselben während der Sonnenfinsternis vom
30. Aug. 1905. Phys.-Ztschr. 7, 1905.

D e m b e r , Über die Abhängigkeit des lichtel. Effektes
bei K und Na - Zellen. Ann.d.Phys. 20, 1906.

L i e n h o p , Die lichtelektr. Wirkung bei tiefen Tempe-
raturen. Ann.d.Phys. 21, 1906.

W i l s o n , Lichtelektr. Entladungen. Ann.d. Phys. 23, 1907.

I. L e u b , Über sekundäre Kathodenstrahlen. Ann.d. Physik,
23, 1907.

Chr. F u c h t b a u e r , Über Sekundärstrahlen. Ann.d.
Physik, 23, 1907.

M i l l i k a n , Winchester, Temperatureinfluss auf den
lichtel. Effekt im Vakuum und die Reihe der lichtel.
Empfindlichkeit der Metalle. Phil. Mag. 6, 1907.

L a d e n b u r g , Der lichtel. Effekt bei hohen Tempera-
turen. Verhdlg. d. d. phys. Ges. 9, 1907.

O. v. B a e y e r , Über langsame Kathodenstrahlen. Ver-
hdlg. d. d. phys. Ges. 10, 1908.

- A. G e h r t s, Reflexion und Sekundärstrahlung lichtel-
ausgelöster Kathodenstrahlen. Ann.d.Ph. 36, 1911.
- F. M a y e r, Über sekundäre Kathodenstrahlung. Ann.d.
Phys. 36, 1911.
- W. K o s s e l, Über die Kathodenstrahlung in Gasen in
der Nähe des Optimums der Primärgeschwindigkeit.
Diss.Heidelberg 1911.
- O. W. R i c h a r d s o n, Über den Mechanismus der
Elektronenemission. Phys.Rev. 34 und Phil.Mag 23
und 24, 1912.
- O. W. R i c h a r d s o n, The Theory of Photoelektric
Action. Phil.Mag. 1912
- O. W. R i c h a r d s o n, The emission of negative hot
bodies. Phil.Proc.vol.XI,1901 und Phil.Mag.1912,23.
- O. W. R i c h a r d s o n and E. T. C o m p t o n, On
the photoelektric Effekt. Phil.Mag. 24, 1912.
- A. P a r t z s c h, Theorie des lichtel.Stromes in Gasen.
Ann.d.Phys. 40, 1913.
- P. L e n a r d, Über elektr.Leitung durch Elektro-
nen und Träger I. Ann.d.Phys. 40, 1913.
- E l s t e r und G e i t e l, Proprtionalität von Licht-
stärke und Photostrom an Alkalimetallzellen.Phys.
Ztschr. 1913.

C. D o r n o, Erfahrungen mit photoelektr.Zellen.

Phys.Ztschr. 18, 1917.

W i e d m a n n, Über den Einfluß der Gase auf die

Lichtempfindlichkeit der Kaliumzelle. Verhdlg.d.

d.phys.Ges. 18, 1916.

W e r t h e i m e r, Untersuchung des lichtel.Effektes

der Metalle bei Anwendung von Glimmentladungen.

Verhdlg.d.d.phys.Ges. 1915.

H. S t a r k e, Reflexion, Diffusion, Absorption und Se-

kundärstrahlung der Kathodenstrahlen. Hdb.d.Radio-

logie 15, 1919.

A. H u l l, Das Dynatron. Jahrb.d.drahtl.Telegr.u.Tele-

phonie 14, 1918.

A. B e c k e r, Vergleich der lichtel.und therm.Elektro-

nenemission. Ann.d.Phys. 1919.

B a l t r u s c h a t und S t a r k e, Über sekundäre

Kathodenstrahlung. Phys.Ztschr. XXIII, 1922.

H. R o s e n b e r g, Sternphotometrie mit Photozelle

und Verstärker-Röhre. "D.Naturwissensch." 19, 1921.

R. A. M i l l i k a n und I. G. B a r b e r, On the

reflexion and reemission of Elektrons from metal

surfaces and a method of measuring the Ionizing Potential of such surfaces. Proc.of Nat.Acad.of Sciences 7, 1921.

A. u. H. I v e s, The Groth and Decay of photo-thermionik currents from oxide coated filaments. Proc.of the Nat.Acad.of Sciences 7, 1921.

M. D i e c k m a n n, u. A. G e b b e r t, Verstärkung der Ströme lichtel.Zellen. Jahrb.d.drahtl.Telegr. 19, 1922.

H. E. F a r n s w o r t h, Bombardment of metal surfaces by slow-moving elektrons. The Phys.Rev. 20, 1922.

H. E. F a r n s w o r t h, Elektronik bombardment of nickel. Proc.Nat.Acad.Amer. 8, 1922.

P o h l u n d F r i n g s h e i m, Die lichtel.Erscheinungen, 1914.

A. Bl. H u g h e s, Die Lichtelektrizität. 1915.

H a l l w a c h s, Die Lichtelektrizität. (Handb.d.Radial. III.) 1916.

Dr. A. M a r c h, Theorie der Strahlung und der Quan-
ten. 1919.

B a r k h a u s e n, Elektronenröhren.

M ö l l e r, Elektronenröhren.

Frau Hipernitz

1825

Untersuchungen über den lichtelektrischen Ef-
fekt bei gleichzeitigem Elektronenbombardement.

A. B e c k e r kommt in seiner Arbeit
über den "Vergleich der lichtelektrischen und thermi-
schen Elektronenemission" unter anderem zu einer glüh-
elektrischen Theorie des Photoeffektes, dahingehend, daß
die Lichtwirkung in der Herstellung eines gewissen mo-
lekularlokalen Temperaturzustandes der Absorptionsstel-
len und entsprechenden Änderungen der gastheoretischen
Geschwindigkeiten der freien Elektronen besteht. Nach
Untersuchungen von Arnold und Herbert I v e s, "The
Growth and Decay of photo-thermionic currents from oxide
coated filaments" ergibt eine Beleuchtung der Oxydatho-
den mit rotem oder blauem Licht bei einer Glühfadentem-
peratur von 500° - 800° C eine vermehrte Elektronenemis-
sion desselben. Über die Größenordnung des Effektes und
die Versuchsanordnung werden leider keine Angaben ge-
macht. Es ist anzunehmen, daß durch die Beleuchtung einer
negativ geladenen Platte die Austrittsarbeit der Elek-

tronen irgendwie vermindert wird; um ähnliche Erscheinungen dürfte es sich bei der Sekundärmission handeln. Es ist daher naheliegend, eine Beziehung zwischen Beleuchtung und Elektronenbombardement zu vermuten, die sich in einer verstärkten Emission von sekundären Elektronen auswirkt.

1) Beschreibung der Versuchsanordnung.

Da eine Herstellung von Elektronenröhren aus Quarzglas ohne Dichtungen, durch das eine direkte Beleuchtung der Anode mit ultraviolettem Licht möglich wäre, allzu kostspielig war (wegen der Schwierigkeit, die Stromzuführungen in das Quarzglas einzuschmelzen), wurde die Lichtquelle in Form eines Glühfadens direkt in die Röhre eingebaut. Durch diese vollkommen neuartige Ausführung hatte man auch den Vorteil, den Beleuchtungsfaden möglichst nahe der Anode anordnen zu können und erhält wegen der hohen Lichtabsorption der Anode sehr starke Effekte. Die verwendete Röhre, die von der Firma J. Kremenetzky in Wien in entgegenkommendster Weise hergestellt wurde, hatte folgende Form. (S. Fig. 1.)

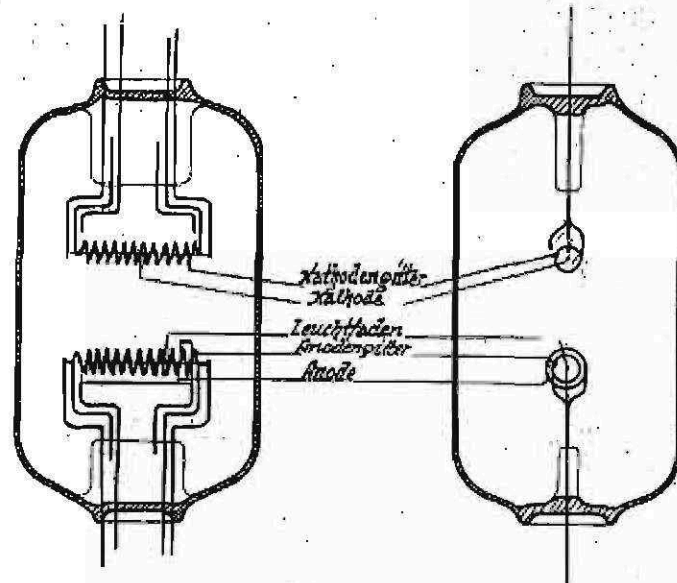


Fig. 1

Als Kathode diente ein Faden aus einer Thorium-Wolfram-Legierung (Speziallegierung der Firma), der eine Stärke von 0'031 mm hatte und 18 mm lang war. Das Gitter um die Kathode bestand aus einem reinen Nickelfaden von 0'20 mm Stärke und hatte 15 Windungen vom Durchmesser 2'8 mm; in einer Entfernung von 22 mm von der Kathode war der Leuchtfaden angeordnet. Dieser bestand aus Rein-Wolframdraht von 0'06 mm Stärke und 18 mm Länge. Um diesen Faden als Achse war konzentrisch ein Gitter angeordnet, bestehend aus Rein-Nickeldraht von 0'2 mm Stärke und 15 Windungen vom Durchmesser 2'8 mm. Konzentrisch zu Leuchtfaden und Gitter befand sich die

Anode, aus Rein-Nickelblech von 0.1 mm Stärke. Die Anode bildete einen auf der, der Kathode zugekehrten Seite geschlitzten Kreiszylinder von 6 mm Basisdurchmesser und 18 mm Höhe. Der Schlitz war 5.5 mm breit und 16 mm lang, so daß auf einer Seite noch ein schmaler Steg von 2 mm Breite verblieb. Die Röhre war ganz schwach mit Magnesium verspiegelt und besaß einen Vakuurfaktor kleiner als 2×10^{-6} .

Um einheitliche Bezeichnungen festzulegen, werden die durch die einzelnen Elektroden fließenden Ströme folgendermaßen benannt:

Kathodenstrom = Strom der Elektronen, die von der Kathode emittiert werden.

Kathodengitterstrom = Strom der Elektronen, die vom Kathodengitter aufgefangen werden.

Anodengitterstrom = Strom der Elektronen, die vom Anodengitter aufgefangen werden.

Anodenstrom = Strom der Elektronen, die von der Anode aufgefangen werden.

Fadenstrom = Strom der Elektronen, die vom Leuchtfaden aufgefangen werden.

Heizstrom = Heizstrom der Glühkathode.

Leuchtstrom = Heizstrom des Leuchtfadens.

Jeder der beiden Glühdrähte wurde mittels einer 8-zelligen Edison- Akkumulatorenbatterie geheizt. Für die Anoden-, Gitter- und Fadenspannung wurden Elei-
akkumulatoren benutzt. Gemessen wurde der sich durch die Beleuchtung ergebende Differenzstrom nach der Kompensationsmethode mittels eines Unipivot - Instrumentes von 333 Ohm innerem Widerstand, bei dem ein Skalenteil einem Strom von $3'3 \times 10^{-6}$ Amp. entsprach. Die Schaltanordnung war nach folgendem Schema (siehe Fig.2): Zur Sicherung des Unipivot - Instrumentes gegen gefährliche Überlastungen infolge ^{durch den} Durchbiegens und Anliegens eines der beiden Glühdrähte an das benachbarte Gitter entstehenden Kurzschlußkreis war in die Zuleitung zum Leuchtfaden ein Schutzwiderstand^{W_s} von 10.000 Ohm und in die Zuleitung zur Kathode ein solcher von 7500 Ohm eingebaut. (s. II)
Es ergibt sich dadurch eine etwas andere Form der charakteristischen Linien, weil infolge des Spannungsabfalles in diesen Widerständen die Spannungen der Glühdrähte sich denen der übrigen Elektroden näherten. Bei einem Kathodenstrom von 18 Milliamp. vermindert sich die Potentialdifferenz zwischen Kathodengitter und Kathode von 43 Volt auf 21 Volt. Bei allen Anordnungen

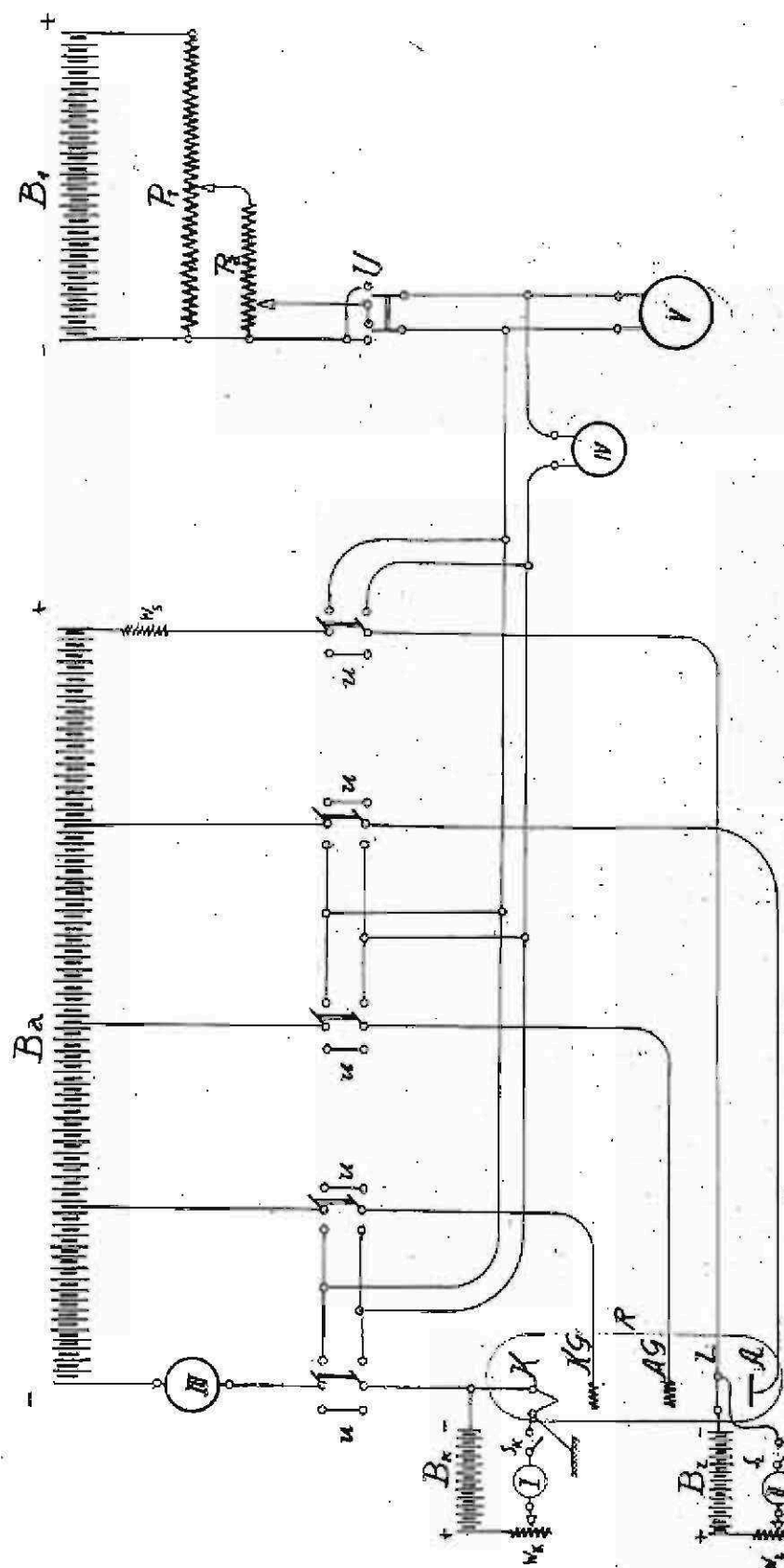


Fig. 2

erhielt stets die Kathode das höchste negative und der Leuchtfaden das höchste positive Potential. Variiert wurden nur die Potentiale von Kathodengitter, Anodengitter und Anode. In der Fig.2. bedeuten: R die Röhre mit den Elektroden K = Kathode, KG = Kathodengitter (Gitter um den emittierenden Glühfaden), AG = Anodengitter (Gitter um den die Anode beleuchtenden Faden), L = Leuchtfaden (Lichtquelle für die Beleuchtung der Anode), A = Anode; B_A ist die Anodenbatterie von 172 Volt Spannung, B_K und B_L sind die Heizbatterien für die Kathode, bezw. den Leuchtfaden, jede 8 Volt, B_1 ist eine Batterie von 43 Volt, welche die Spannung zur Kompensation des durch das Unipivot - Instrument fließenden Stromes lieferte. Im Heizstromkreis der Kathode befand sich ein Milliampèremeter ^(I) bis 250 Milliamp. und ein Ausschalter = s_K , im Heizstromkreis des Fadens ein solches bis 600 Milliamp. ^(II) und ein Ausschalter = s_L . Der Kathodenstrom wurde mittels eines Milliampèremeters (III) gemessen, das einen inneren Widerstand von 7500 Ohm hatte. Mit den Umschaltern u konnte das Unipivot - Instrument (V) (4 Meßber. $\mathcal{O} - 120/x \ 3'3 \times 10^{-8}$, $\mathcal{O} - 120/x \ 3'3 \times 4 \times 10^{-8}$, $\mathcal{O} - 120/x \ 3'3 \times 10^{-7}$ und $\mathcal{O} - 120/x \ 3'3 \times 10^{-6}$) in

den Stromkreis jeder einzelnen Elektrode eingeschaltet werden. Außerdem waren in Reihe mit dem Unipivot-Instrument ein Ampèremeter (IV) mit drei Meßbereichen, $(0 - 15) \times 10^{-5}$, $(0 - 15) \times 10^{-4}$, $(0 - 15) \times 10^{-3}$, mit dem der von jeder Elektrode abfließende Elektronenstrom gemessen werden konnte. In die Zuleitung zum Leuchtfaden war ein Silnit-Widerstand w_s von rd. 10.000 Ohm eingebaut. Von der Spannung 48 Volt der Batterie B_1 konnten mittels der Potentiometer P_1 und P_2 beliebige Teilbeträge abgenommen und mittels des Umschalters u in der jeweils erforderlichen Richtung dem Instrument V zugeführt und damit der Zeiger desselben auf 0 oder einen beliebigen anderen Wert eingestellt werden. Es dauerte immer sehr lange, bis sich in der Anordnung ein stationärer Zustand einstellte, so daß der Zeiger seinen endgültigen Ausschlag oft erst nach $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$ Stunde erreichte. Während dieser langen Zeit änderte sich die Spannung der bereits alten Akkumulatorbatterien und der Zeiger des Instrumentes kam oft überhaupt nicht zum Stillstand. Nur wenn die Batterien ganz frisch geladen waren, wurde es möglich, halbwegs richtige Ablesungen zu machen. Die erhaltenen Meßresultate erhe-

ben daher keinen Anspruch auf Genauigkeit, sondern zeigen nur die Größenordnung des Effektes und seinen Gang mit den veränderlichen Größen.

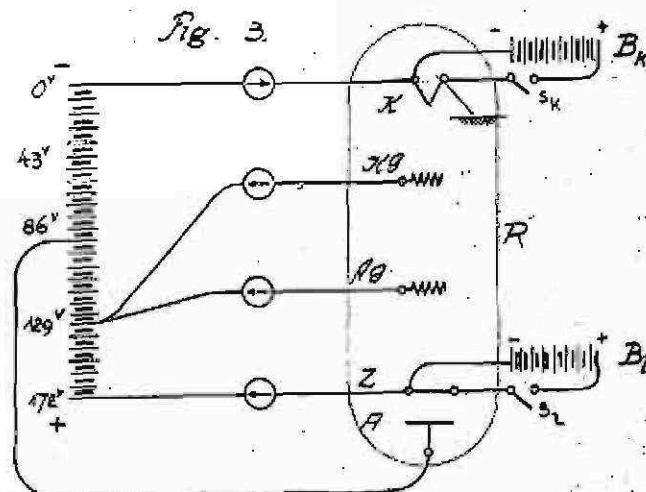
2) Meßergebnisse.

Die Messungen wurden stets so durchgeführt, daß bei emittierender Kathode zunächst in jedem Fall ein bestimmter Strom im Leuchtfaden L mittels des Widerstandes w_2 eingestellt und dann wieder unterbrochen wurde. Daraufhin wurden die Instrumente IV und V in den zu untersuchenden Stromkreis gelegt und der Ausschlag von V mit Hilfe der Potentiometer P_1 und P_2 auf 0 oder einen anderen Wert gebracht. Nun wurde der Schalter s_L geschlossen und die neue Einstellung des Instrumentes V abgewartet. Dann wurde der Schalter s_L geöffnet und der Ausschlag wieder abgelesen. Bei konstanten Batterien hätte jetzt das Instrument den früheren Wert anzeigen müssen. Infolge der, allerdings nur um geringe absolute Beträge variierenden Batterie-spannungen, die sich außerdem nicht stetig änderten, ergaben sich immer mehr oder weniger große Abweichungen von (der Nullstellung) der ersten Einstellung.

Fall I.

Die Röhre war nach Fig.3 geschaltet, und hatte die Kathode das Potential 0 (Erde), Kathodengitter und Anodengitter das Potential +129 Volt, die Anode das Potential +86 Volt und der Leuchtfaden + 172 Volt. Bei dieser Schaltung ergaben sich die in Tabelle 1 und dazugehöriger Fig.4 zusammengestellten Kennlinien.

In den folgenden Tabellen 2 - 9 und den dazu-
gehörigen Fig. 5 - 12 sind die Photoeffekte der einzelnen
Elektroden, u. zw. Anode^A, Anodengitter^{AG} und Faden^L, bei drei
verschiedenen Leuchtstromstärken zu sehen. An der Katho-
de^K und am Kathodengitter^{KG} zeigte sich wohl auch ein Ef-
fekt, doch war derselbe von sehr geringer Größe (unter
 $5 \times 3'3 \times 10^{-8}$ Amp.) und außerdem war er wegen der rela-
tiv starken Ströme schwer zu erkennen, weshalb auf seine
Ausmessung verzichtet wurde.



Heizstr.	Kathstr.	KG.-Str.	A.G.Str.	Lfdstr.	An.Str.
mA.	mA.	mA.	mA.	mA.	mA.
141	0.22	0.13	0.06	0.01	0.02
142	0.26	0.15	0.07	0.01	0.02
143	0.30	0.13	0.08	0.01	0.02
144	0.32	0.20	0.09	0.01	0.03
145	0.36	0.23	0.10	0.01	0.03
146	0.37	0.25	0.11	0.01	0.03
147	0.45	0.29	0.12	0.02	0.04
148	0.48	0.32	0.13	0.02	0.04
149	0.52	0.35	0.14	0.02	0.04
150	0.60	0.40	0.15	0.02	0.05
151	0.70	0.47	0.16	0.02	0.05
152	0.73	0.51	0.17	0.02	0.06
153	0.83	0.55	0.18	0.02	0.07
155	1.00	0.65	0.21	0.03	0.08
156	1.07	0.70	0.23	0.03	0.08
157	1.17	0.75	0.25	0.03	0.09
159	1.40	0.90	0.30	0.04	0.11
160	1.5	0.95	0.31	0.05	0.11
161	1.6	1.04	0.33	0.05	0.12
162	1.8	1.12	0.36	0.05	0.13
163	1.9	1.20	0.40	0.06	0.14
164	2.0	1.30	0.43	0.06	0.15
165	2.2	1.41	0.45	0.07	0.16
166	2.3	1.5	0.50	0.08	0.17
167	2.5	1.6	0.52	0.08	0.17
168	2.6	1.8	0.54	0.09	0.18
170	2.8	2.1	0.60	0.10	0.20

Tabelle 1: (dazu Fig.4): Kennlinien der Röhre.

Kathoden -
Kathodengitter -
Anodengitter -
Leuchtkathoden -
Anoden -
Milliampere - Strom

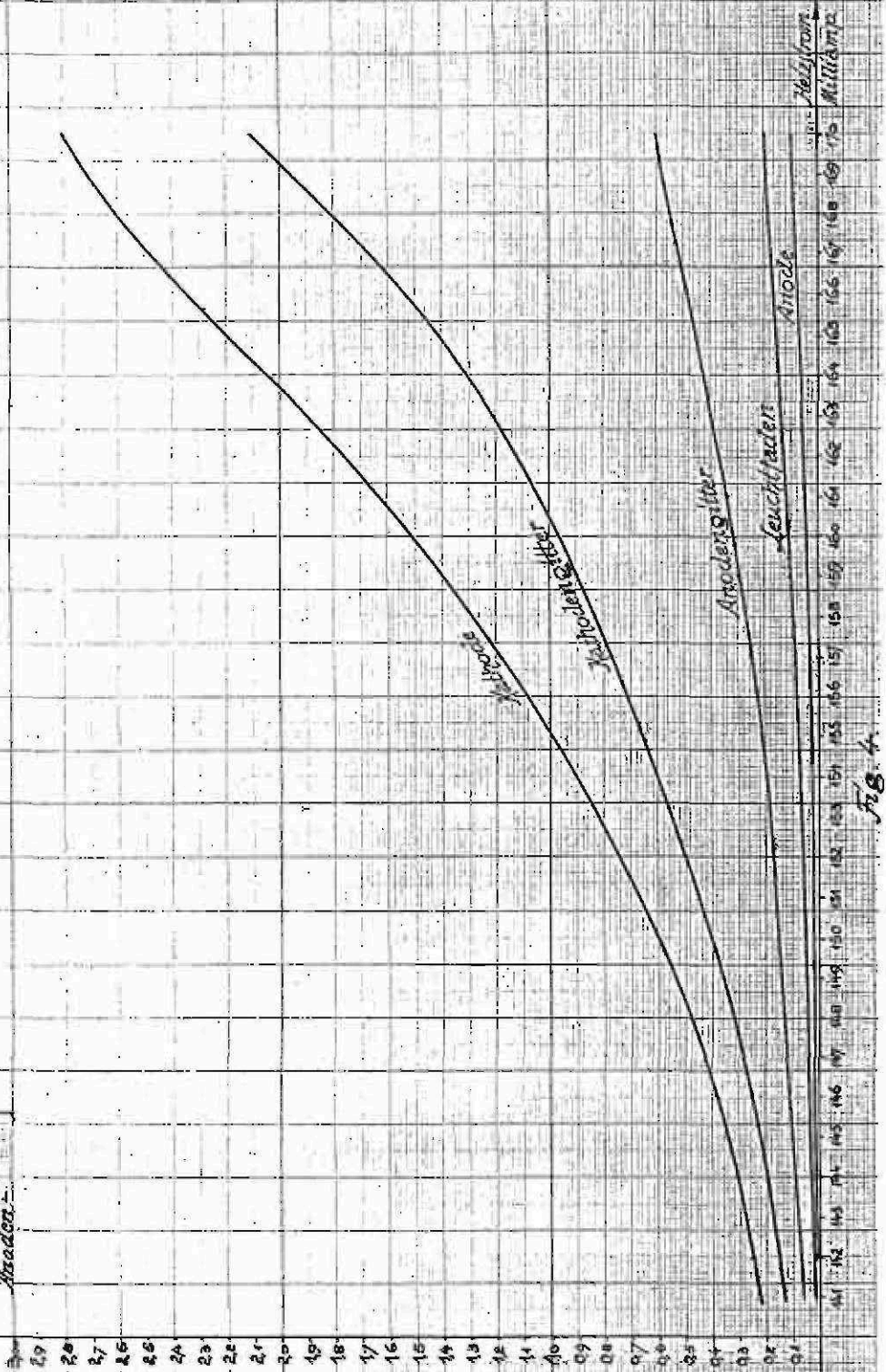


Fig. 4

Tabelle 2 (dazu Fig.5).

Effekt an der Anode. Leuchtstrom 482 MA.

Heizstrom Milliamp.	Leuchtstr. ^{ein} 3'3x10 ⁻⁸ A.	Leuchtstr. ^{aus} 3'3x10 ⁻⁸ A.	Mittel d. Diff. 3'3x10 ⁻⁸ A.
141	84	26	30
142	32	29	31
143	26	44	35
144	25	41	33
145	60	21	40
146	70	2	38
147	102	114	108
148	67	43	55
149	101	105	103
150	45	65	55
151	4 x 45	4 x 47	184
152	4 x 21	4 x 27	96
153	4 x 48	4 x 24	144
155	4 x 30	4 x 26	112
156	4 x 76	4 x 25	200
157	4 x 41	4 x 9	100
159	4 x 61	4 x 68	256
160	4 x 51	4 x 46	196
161	4 x 23	4 x 74	194
162	4 x 72	4 x 54	252
163	4 x 60	4 x 67	252
164	10 x 25	10 x 27	260
165	10 x 30	10 x 36	330
166	10 x 58	10 x 26	420
167	10 x 47	10 x 34	405
168	10 x 38	10 x 30	340
170	10 x 80	10 x 50	650

Tabelle 3 (dazu Fig.6).

Effekt am Anodengitter. Leuchtstrom 482 Milliamp.

Heizstr.d. Kathode Milliamp.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8} \text{ A.}$	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8} \text{ A.}$	Mittelwerte d. Differenzen $3'3 \times 10^{-8} \text{ Amp.}$
141	25	16	21
142	30	14	22
143	60	0	25
144	22	32	27
145	53	50	51
146	38	28	33
147	4 x 36	4 x 18	108
148	4 x 17	4 x 9	52
149	4 x 27	4 x 22	100
150	4 x 23	4 x 11	68
151	4 x 35	4 x 21	112
152	4 x 20	4 x 28	96
153	4 x 27	4 x 19	92
155	4 x 23	4 x 32	108
156	4 x 30	4 x 71	200
157	4 x 41	4 x 10	100
159	10 x 27	10 x 24	255
160	10 x 13	10 x 25	190
161	10 x 27	10 x 9	180
162	10 x 118	10 x 32	250
163	10 x 29	10 x 22	255
164	10 x 22	10 x 18	200
165	10 x 34	10 x 31	330
166	10 x 27	10 x 35	310
167	10 x 60	10 x 20	400
168	10 x 50	10 x 18	340
170	10 x 22	10 x 74	480

Photostrom des
Anodengitters

3.5×10^{-8} Amp.

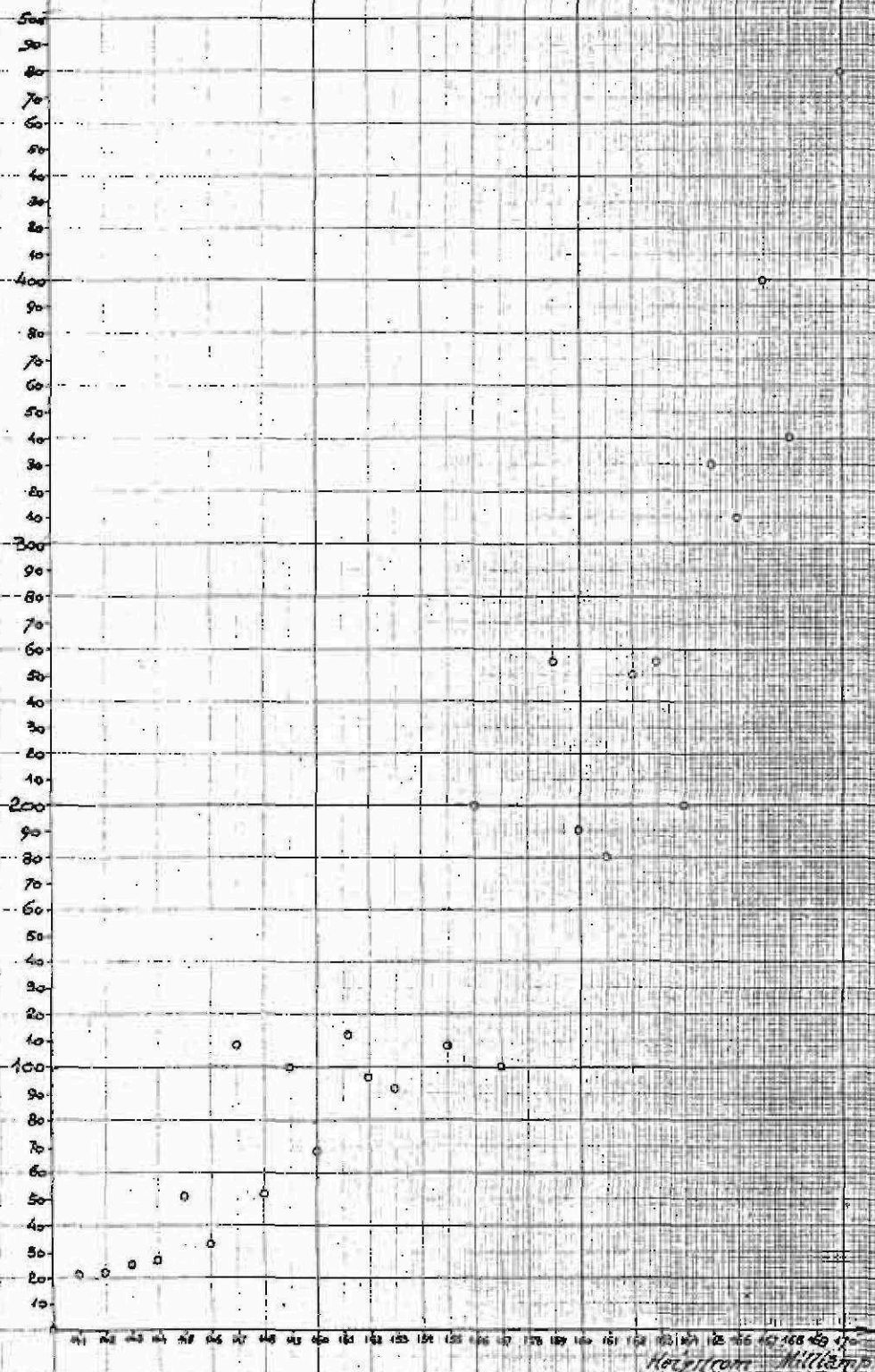


Fig. 6

Tabelle 4 (dazu Fig.7).

Effekt am Leuchtfaden. Leuchtstrom = 462 Milliamp.

Heizstr.d. Kathode Milliamp.	Beleuchtg. ein- $3'3 \times 10^{-8}$ A.	Beleuchtg. aus- $3'3 \times 10^{-8}$ A.	Mittelwerte d. Diff. $3'3 \times 10^{-8}$ A.
141	0	0	0
142	0	0	0
143	10	9	9
144	0	0	0
146	16	4	10
147	0	0	0
148	3	7	5
149	2	10	6
150	50	10	30
151	27	5	16
152	16	38	27
153	62	38	50
155	29	18	21
156	14	46	30
157	22	32	27
159	42	60	51
160	45	32	48
161	70	7	39
162	29	54	42
163	43	37	40
164	57	100	78
165	38	75	56
166	63	97	80
167	57	60	59
168	4 x 18	28	92
170	4 x 37	25	124

Photostrom der
Zeuchfadens

3×10^{-8} Amp.

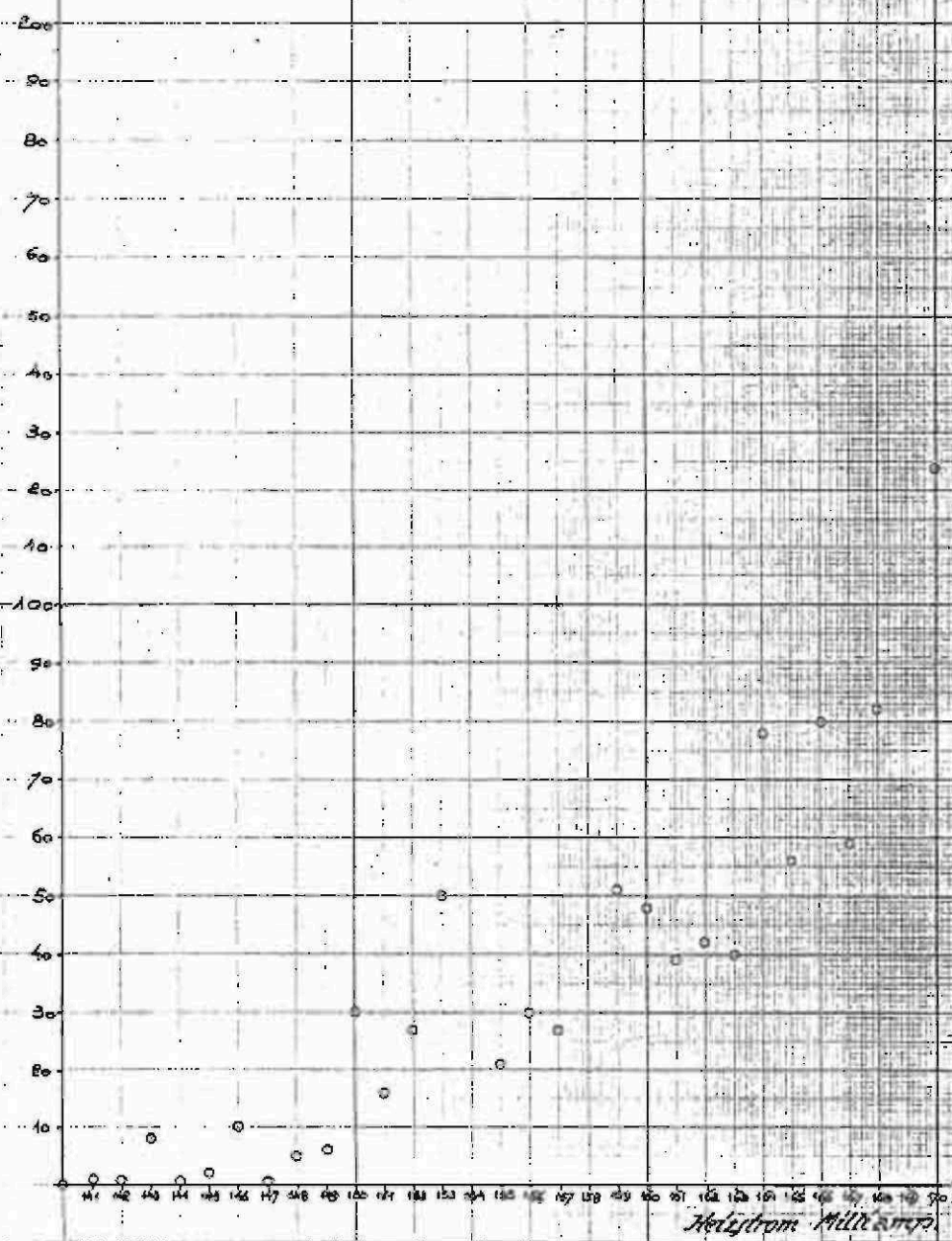


Fig. 7

Tabelle 5 (dazu Fig. 8.).

Effekt an der Anode. Leuchtstrom 286 Milliampère.

Heizstr.d. Kath. Milliamp.	Beleuchtg. ^{ein} - 8×10^{-8} A.	Beleuchtg. ^{aus} - 8×10^{-8} A.	Mittel d. Diff. 8×10^{-8} A.
141	10	12	11
142	3	11	7
143	10	3	6
144	24	17	20
145	22	7	14
146	23	20	21
147	18	16	17
148	17	20	19
149	36	4	20
150	25	15	20
151	28	34	31
152	41	38	39
153	22	60	41
155	29	87	58
156	45	31	38
157	4 x 36	4 x 23	98
159	4 x 15	4 x 18	64
160	4 x 8	4 x 1	16
161	4 x 26	4 x 12	76
162	4 x 20	4 x 17	72
163	4 x 43	4 x 3	100
164	4 x 27	4 x 35	124
165	10 x 8	10 x 4	60
166	10 x 20	10 x 12	160
167	10 x 17	10 x 15	160
168	10 x 29	10 x 11	200
170	10 x 17	10 x 39	280

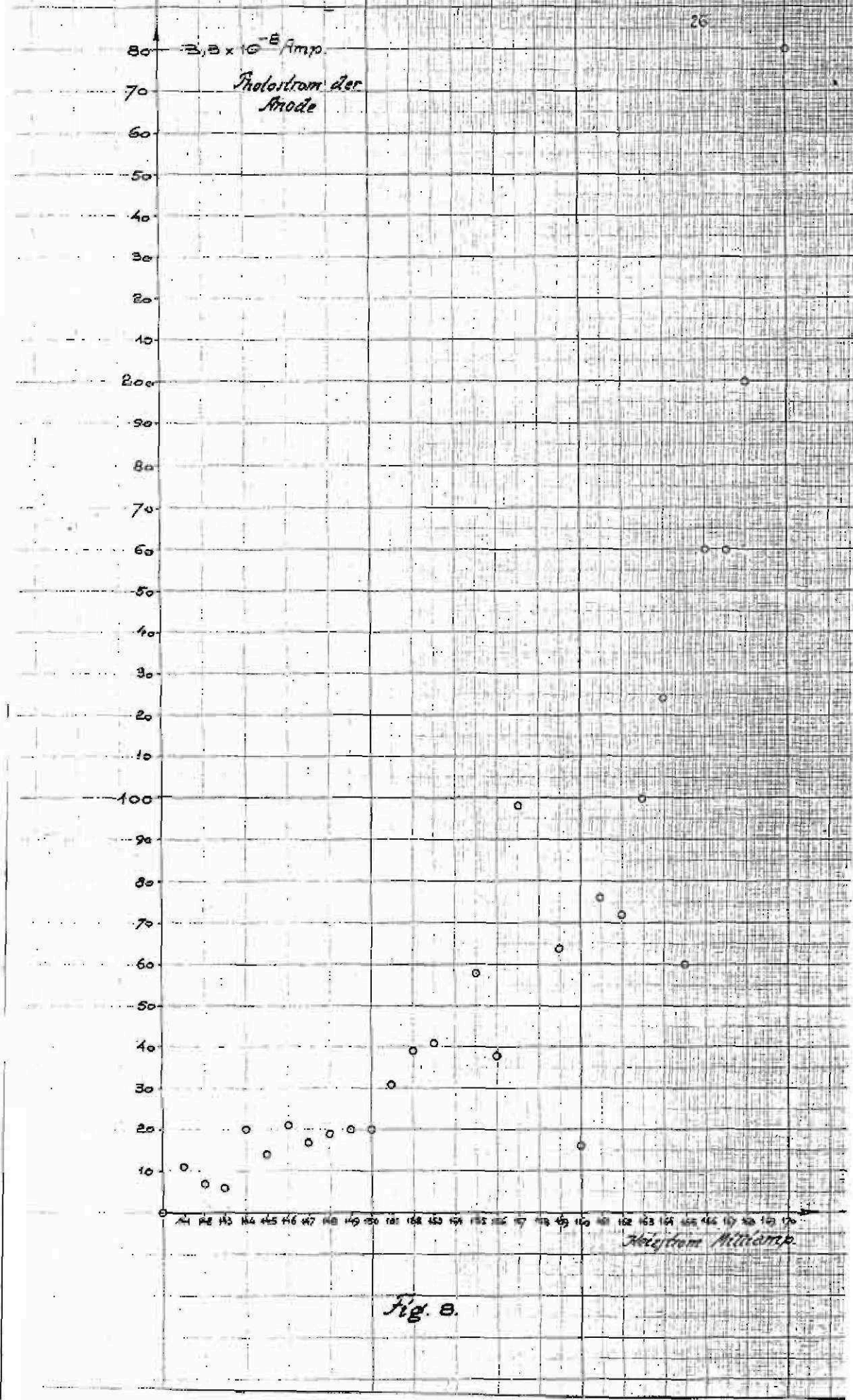


Fig. 8.

Tabelle 6. (dazu Fig.9.)

Effekt am Anodengitter. Leuchtstrom 386 M.A.

Heizstr.d. Kathode mA.	Beleuchtg. ^{ein} 3'3x10 ⁻⁸ A.	Beleuchtg. ^{aus} 3'3x10 ⁻⁸ A.	Mittel d.Diff. 3'3x10 ⁻⁸ A.
141	0	0	0
142	25	19	22
143	36	4	20
144	27	23	25
145	29	63	46
146	27	50	38
147	44	35	35
148	42	18	30
149	51	22	36
150	45	53	49
151	63	21	42
152	27	34	30
153	4 x 16	4 x 20	92
155	4 x 25	4 x 7	64
156	4 x 14	4 x 22	76
157	4 x 17	4 x 23	80
159	4 x 30	4 x 17	92
160	4 x 32	4 x 24	112
161	4 x 17	4 x 8	52
162	4 x 21	4 x 31	104
163	4 x 27	4 x 50	152
164	4 x 24	4 x 46	140
165	4 x 29	4 x 37	132
166	4 x 27	4 x 50	128
167	10 x 16	10 x 16	160
168	10 x 17	10 x 27	220
170	10 x 28	10 x 29	275

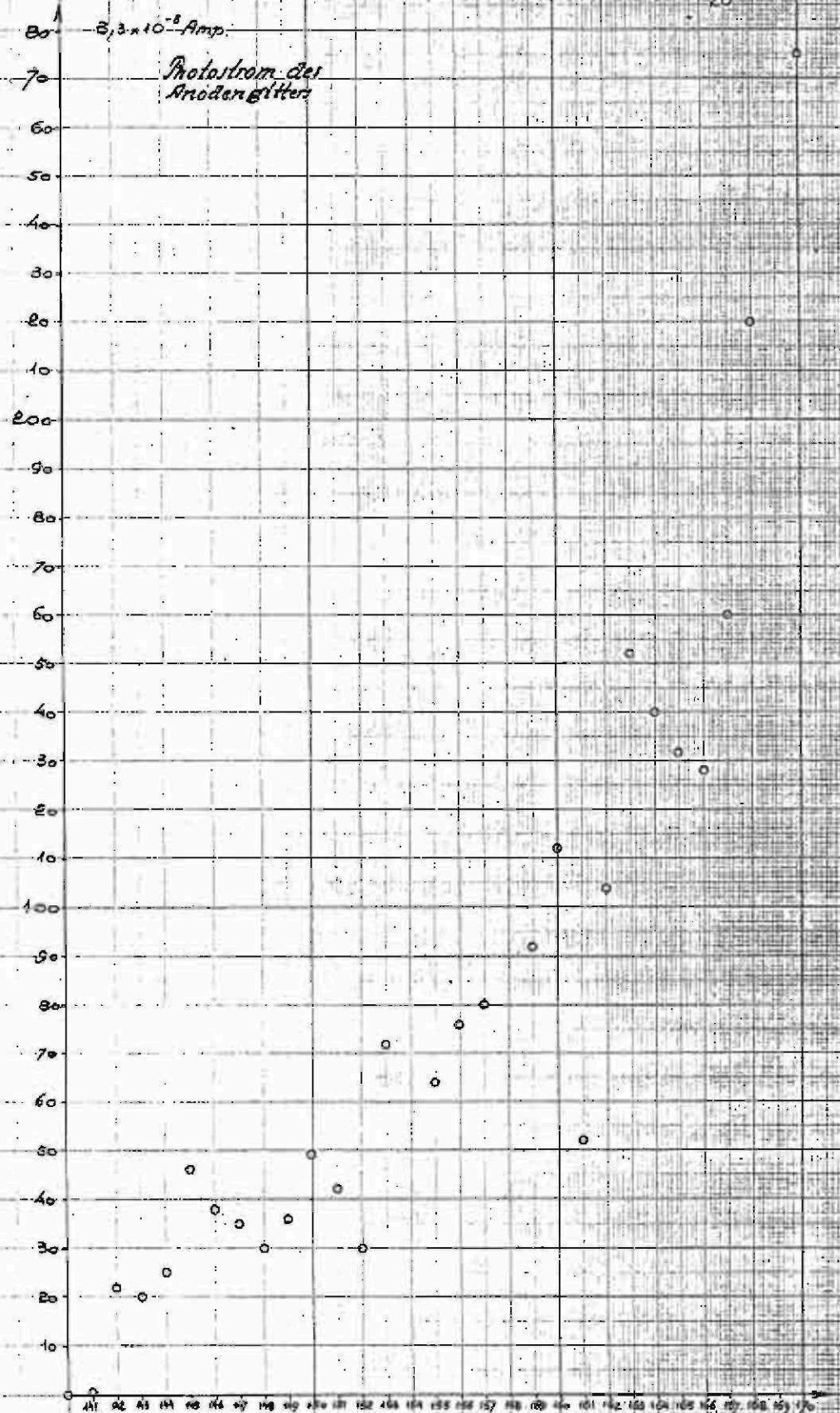
$3,3 \times 10^{-2} \text{ Amp.}$
*Photostrom des
Anodengitters*

Netzstrom Williams
Fig 9

Tabelle 7 (dazu Fig.10).

Effekt am Leuchtfaden. Leuchtstrom 386 M.A.

Heizstr.d. Kathode mA.	Beleuchtg. ein $3 \cdot 8 \times 10^{-8} \text{A.}$	Beleuchtg. aus $3 \cdot 8 \times 10^{-8} \text{A.}$	Mittel d.Diff. $3 \cdot 3 \times 10^{-8} \text{A.}$
141	0	0	0
142	0	0	0
143	0	0	0
144	17	20	14
145	26	14	20
147	14	15	13
148	20	2	11
149	0	0	0
150	14	27	20
151	18	28	23
152	6	4	5
153	20	16	18
155	24	10	17
156	17	21	19
157	26	28	22
159	30	16	23
160	48	21	34
161	27	45	36
162	35	25	30
163	24	30	27
164	16	42	29
165	4 x 11	4 x 21	64
166	4 x 15	4 x 6	40
167	4 x 7	4 x 9	32
168	4 x 12	4 x 14	52
170	4 x 17	4 x 13	60

Tabelle 8 (dazu Fig. 11).

Effekt an der Anode. Leuchtstrom 337 M.A.

Heizstr.d. Kathode mA.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Mittel d. Diff. $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$
141	0	0	0
142	0	0	0
143	1	1	1
144	0	0	0
145	2	2	2
146	0	0	0
147	0	0	0
148	0	0	0
149	5	4	4
150	5	2	3
151	0	3	0
152	4	0	2
153	8	0	4
155	4	3	3
156	1	1	1
157	5	8	6
159	7	9	8
160	15	5	10
161	13	18	15
162	24	17	20
163	9	16	12
164	30	6	18
165	17	17	17
166	30	26	28
167	40	32	36
168	48	42	50
170	4 x 20	4 x 12	64

Photostrom der
Anode

3.5×10^{-8} Amp.

70

60

50

40

30

20

10

141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170

Fig. 11

Photostrom
Kathode

Photostrom der
Leuchtkathode

3.3×10^{-8} Amp.

70

60

50

40

30

20

10

141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170

Photostrom
Kathode

Fig. 10

Tabelle 9 (dazu Fig.12).

Effekt am Anodengitter. Leuchtstrom 387 Millamp.

Heizstr.d. Kathode mA.	Beleuchtg. ein $3 \cdot 8 \times 10^{-8} \text{A.}$	Beleuchtg. aus $3 \cdot 8 \times 10^{-8} \text{A.}$	Mittel d.Diff. $3 \cdot 8 \times 10^{-8} \text{A.}$
141	0	0	0
142	0	0	0
143	0	0	0
144	0	0	0
145	2	0	1
146	1	5	3
147	6	4	5
148	10	6	8
149	5	3	4
150	5	12	8
151	9	12	10
152	4	6	5
153	8	16	12
155	16	10	13
156	12	6	9
157	12	10	11
158	6	9	7
160	5	20	12
161	20	6	13
162	30	7	18
163	5	20	12
164	19	41	30
165	19	41	30
166	17	33	25
167	40	37	38
168	55	44	49
170	59	72	65

Tabelle 10 (dazu Fig. 13,14,15).
Effekte an der Anode in $3'8 \times 10^{-8}$ Amp. als Funktion des
Kathodenstromes (Milliamp.).

Kath.-Str. Milliamp.	L e u c h t s t r o m		
	482 mÅ.	586 mÅ.	587 mÅ.
0'22	30	11	0
0'26	31	7	0
0'30	35	6	1
0'32	33	20	0
0'36	40	14	2
0'37	53	21	0
0'45	38	17	0
0'48	108	18	0
0'52	55	20	4
0'60	103	20	3
0'70	55	31	0
0'73	184	39	2
0'83	96	41	4
1'00	144	58	3
1'07	112	38	1
1'17	200	38	6
1'40	100	64	8
1'5	256	16	10
1'6	196	76	15
1'8	192	72	20
1'9	252	100	12
2'0	260	124	18
2'2	330	60	17
2'3	420	160	28
2'5	405	160	36
2'6	340	200	50
2'8	650	280	64

Photostrom des
Anodengitters

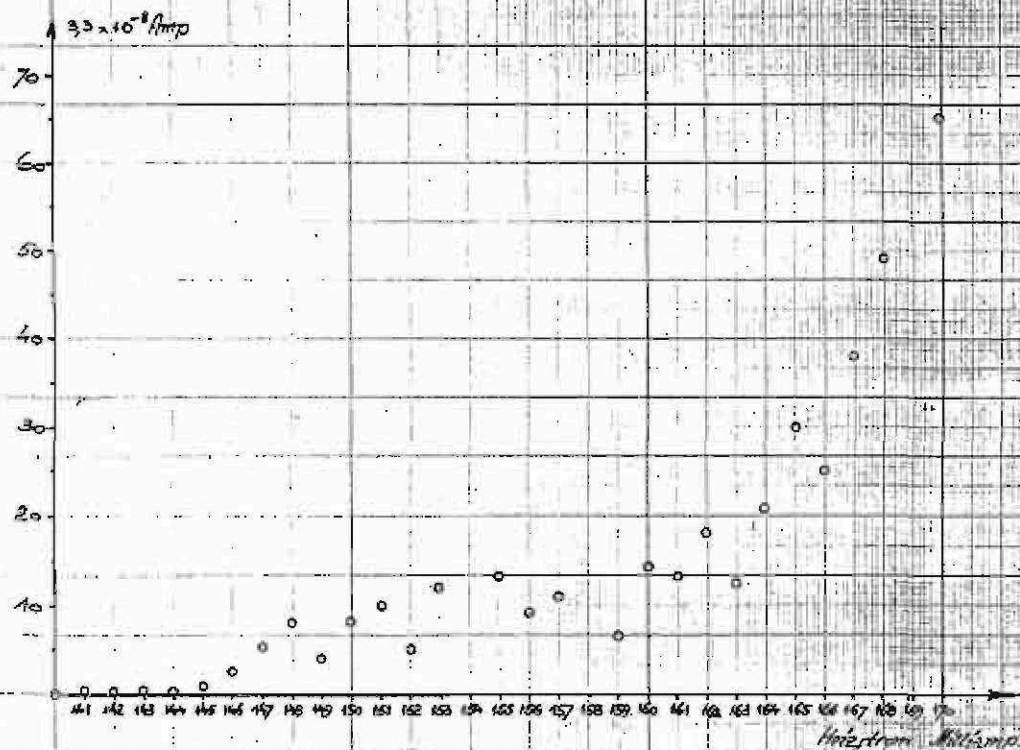


Fig. 12.

Photostrom der
Anode

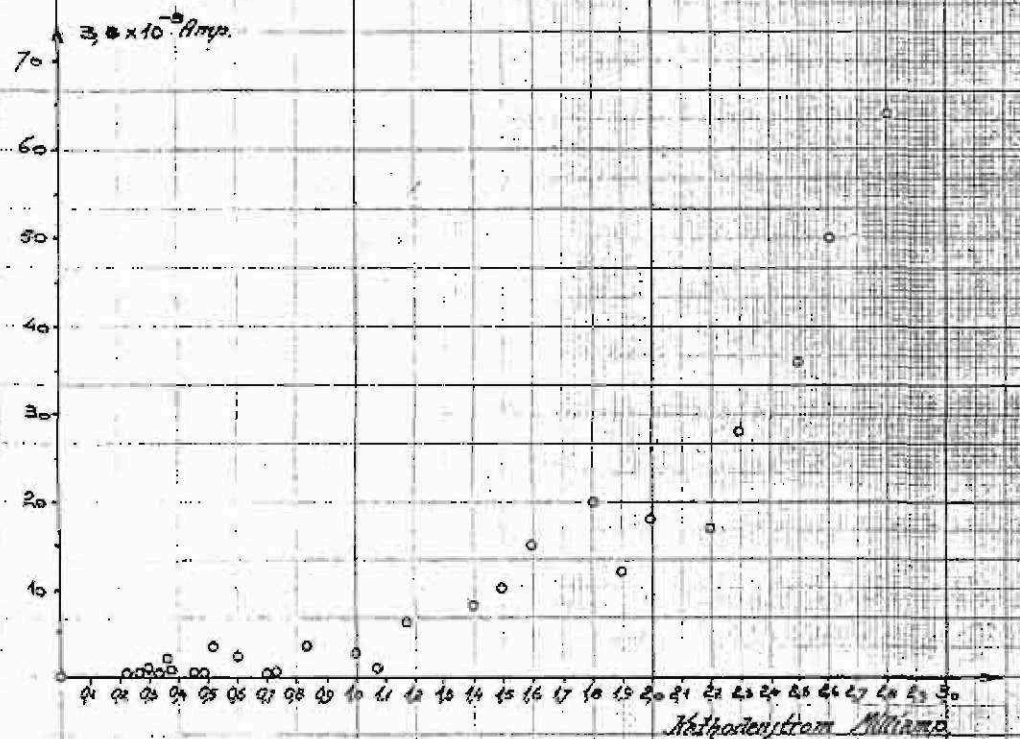


Fig. 13.

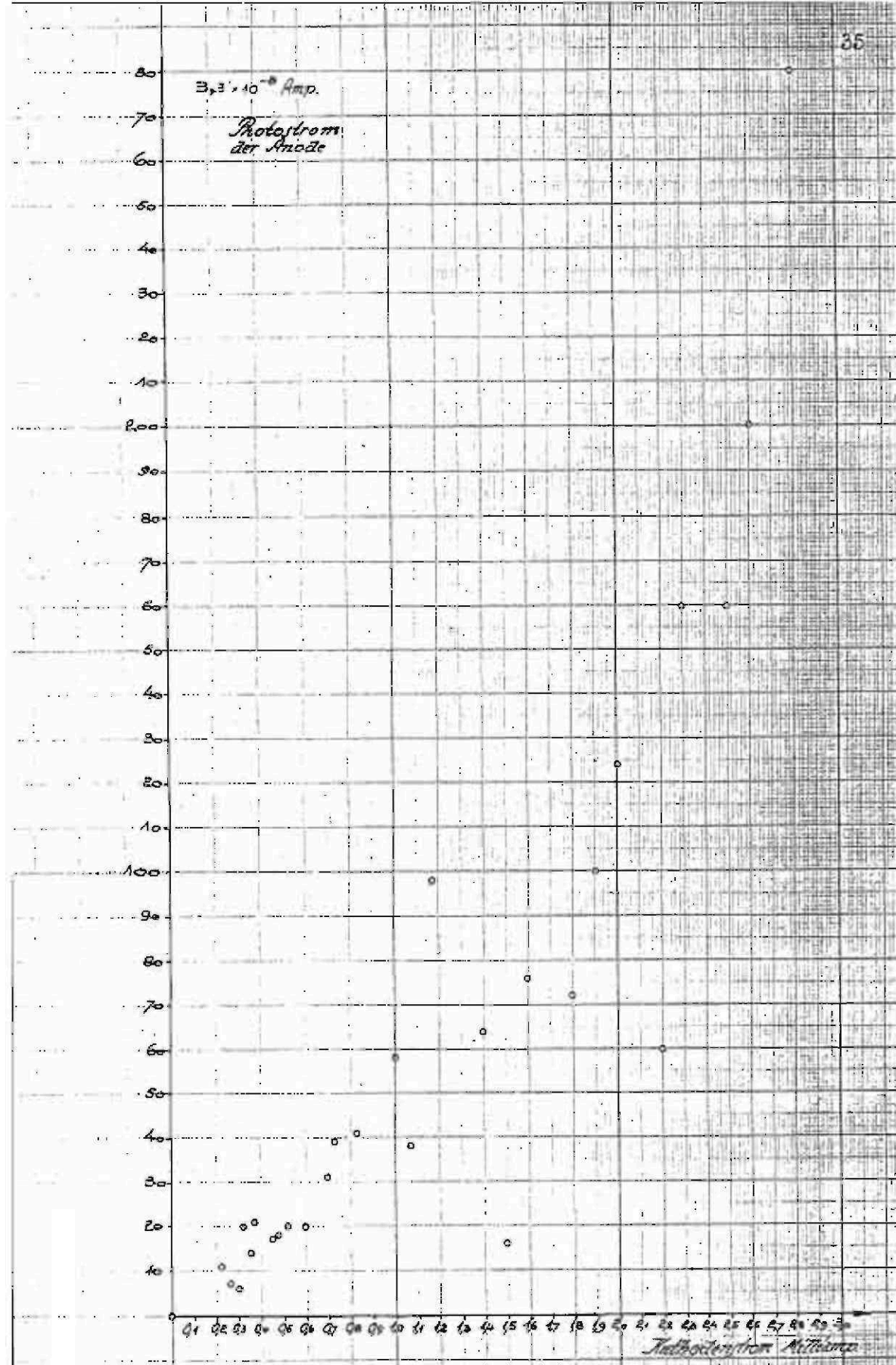


Fig. 14.

Photostrom der
Anode

$3,3 \times 10^{-9}$ Amp.

40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
-100
-110
-120
-130
-140
-150
-160
-170
-180
-190
-200
-210
-220
-230
-240
-250
-260
-270
-280
-290
-300
-310
-320
-330
-340
-350
-360
-370
-380
-390
-400
-410
-420
-430
-440
-450
-460
-470
-480
-490
-500
-510
-520
-530
-540
-550
-560
-570
-580
-590
-600
-610
-620
-630
-640
-650
-660
-670
-680
-690
-700
-710
-720
-730
-740
-750
-760
-770
-780
-790
-800
-810
-820
-830
-840
-850
-860
-870
-880
-890
-900
-910
-920
-930
-940
-950
-960
-970
-980
-990
-1000

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

Kathodenstrom Millamp

Fig. 15.

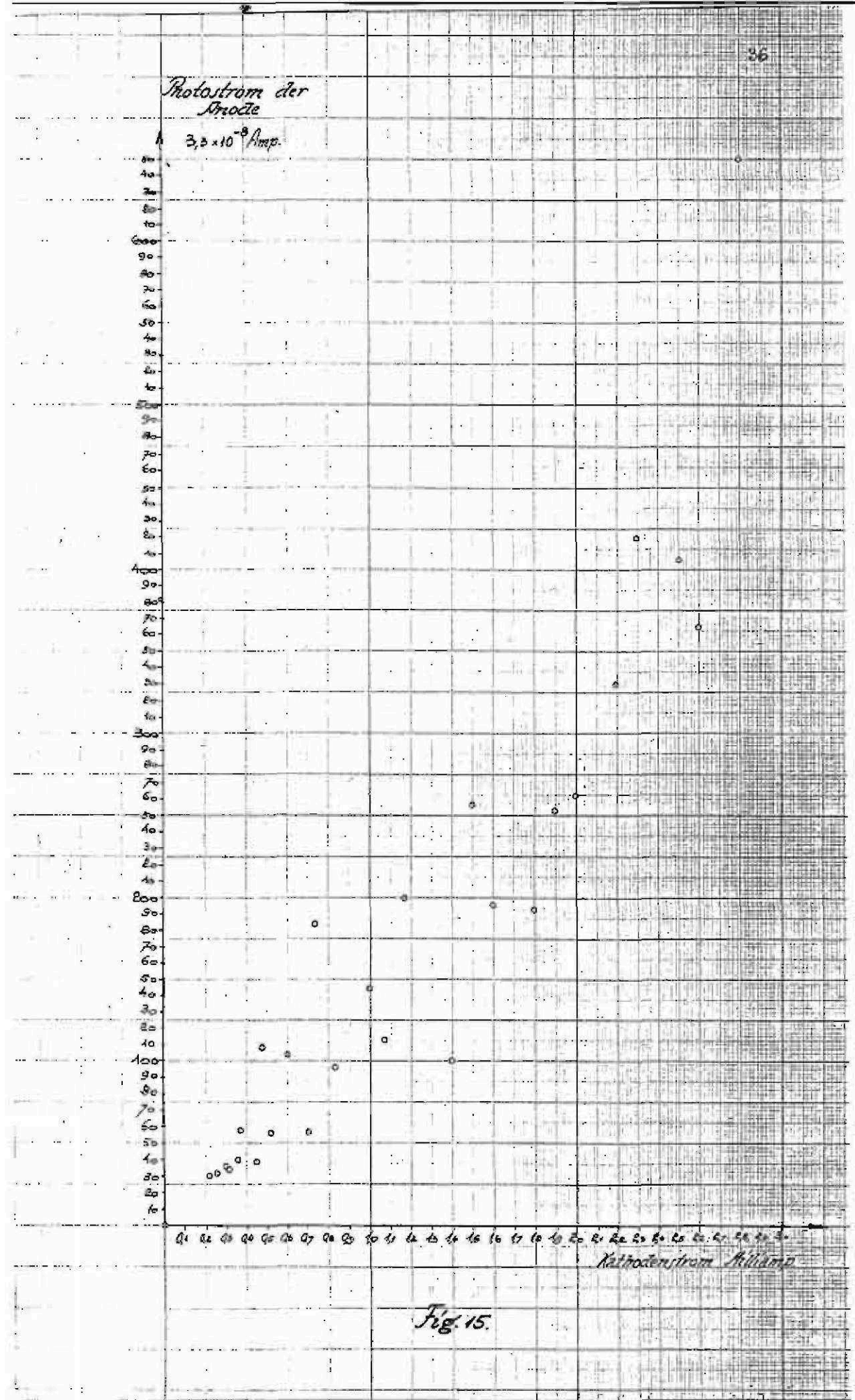


Tabelle 11 (dazu Fig.16).

Effekte an der Anode in $3'3 \times 10^{-8}$ Amp. als Funktion
des Leuchtstromes (mA.). Kath.-Str.konstant-2'8 mA.

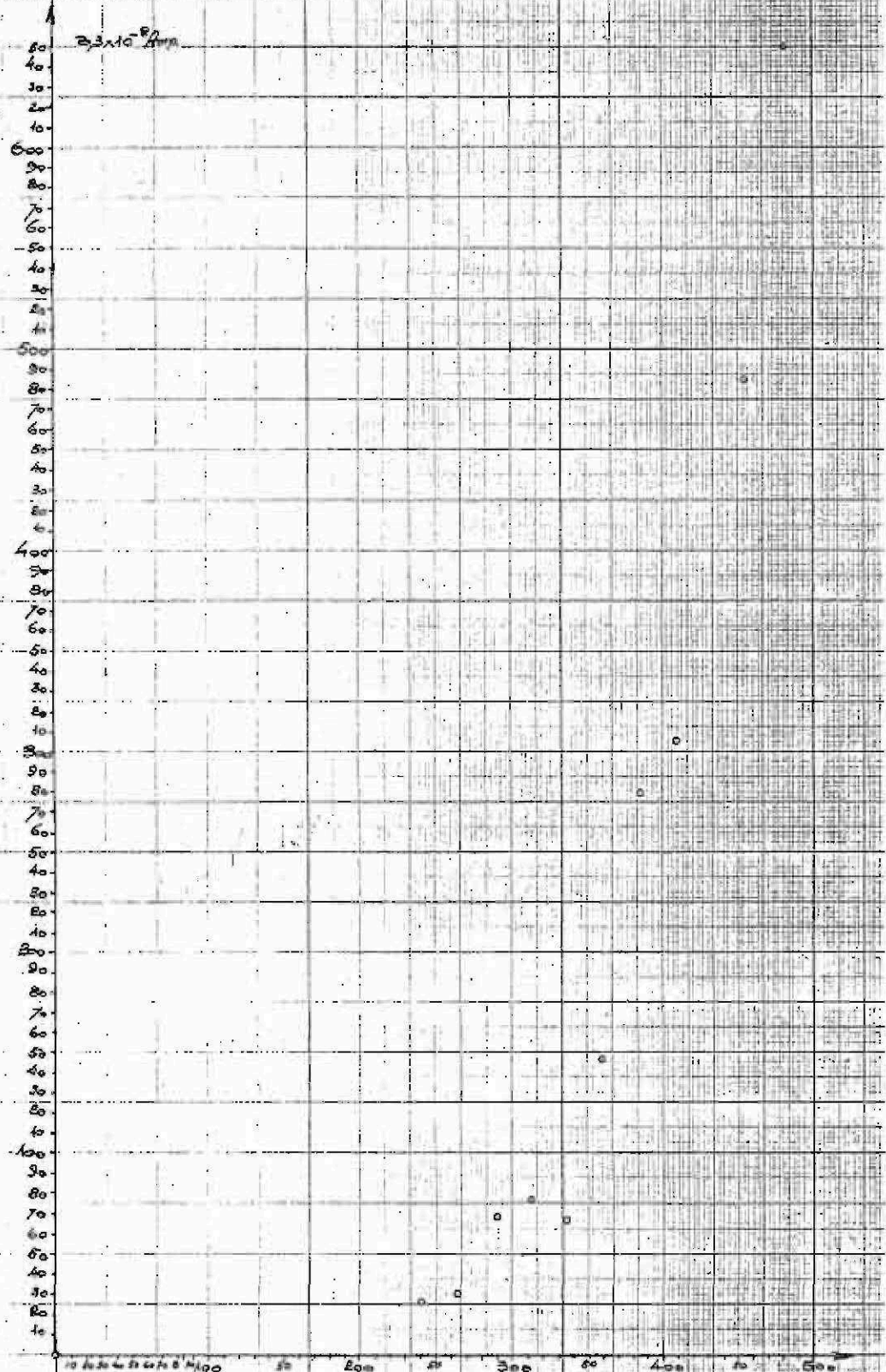
Leuchtstr. mA.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8}$ A.	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8}$ A.	Mittel d.Diff. $3'3 \times 10^{-8}$ A.
241	23	23	26
265	35	25	30
289	4 x 22	4 x 12	68
313	4 x 20	4 x 17	76
337	-	-	64
361	4 x 35	4 x 37	144
386	-	-	280
410	10 x 31	10 x 30	305
437	10 x 50	10 x 32	410
458	10 x 41	10 x 56	485
482	-	-	650

Tabelle 12 (dazu Fig.17).

Effekte an den Anode in $3'3 \times 10^{-8}$ Amp. als Funktion
des Leuchtstromes (mA.). Kath.-Str.konstant 1'4 mA.

Leuchtstr. mA.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8}$ A.	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8}$ A.	Mittel d.Diff. $3'3 \times 10^{-8}$ A.
241	0	0	0
265	8	0	4
289	20	10	15
313	21	4	12
373	-	-	8
361	15	25	20
386	-	-	64
410	4 x 15	4 x 20	72
437	4 x 29	4 x 20	96
458	10 x 8	10 x 16	120
482	-	-	100

Photostrom der
Knoche



Deutlichkeitsgrad Milliamper

Fig. 16.

Photostrom der
Anode

3.3×10^{-8} Amp

100

90

80

70

60

50

40

30

20

10

50

100

150

200

250

300

350

400

450

500

Fig. 17

Leuchtstrom Milliarmp

Photostrom der
Anode

3.3×10^{-8} Amp

50

40

30

20

10

50

100

150

200

250

300

350

400

450

500

Fig. 18

Leuchtstrom Milliarmp

Tabelle 13 (dazu Fig.18).

Effekte an der Anode in $3'3 \times 10^{-8}$ Amp. als Funktion
des Leuchtstromes (mA.). Kath.-Str.konstant=0'30 mA.

Leuchtstr. mA.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8}$ Amp	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8}$ Amp	Mittel d. Diff. $3'3 \times 10^{-8}$ Amp
241	0	0	0
265	0	0	0
289	0	1	0
313	0	1	0
337	-	-	1
361	3	4	3
386	-	-	6
410	12	14	13
437	19	2	11
458	16	25	21
482	-	-	35

Aus den Messungen ist ein starkes, nicht lineares Ansteigen des Lichteffektes mit wachsendem Kathodenheizstrom zu erkennen. Es ist zu vermuten, daß die von der Anode durch die Lichtwirkung ausgelösten Elektronen zum größten Teil an das Anodengitter und an den Leuchtfaden fliegen.

Um diese Vermutung rechnerisch zu überprüfen, wurde folgende Überlegung angestellt:

Da 1 Ampère gleich ist einer sekundlichen Elektrizitätsmenge von 1 Coulomb, so kann man sagen:
 $Z_a = f \cdot i_a$, wobei Z_a die Zahl der in 1 Sekunde von der Anode ausgelösten Elektronen, i_a den gemessenen Ano-

denstrom und f einen Proportionalitätsfaktor bedeuten.

Ebenso gilt

$Z_{ag} = f \cdot i_{ag}$ und $Z_l = f \cdot i_l$, wobei sich die Indizes "ag" und "l" auf Anodengitter und Leuchtfaden beziehen. Es müßte also, wenn die Vermutung richtig ist, gelten:

$$Z_{a1} = Z_{ag1} + Z_{l1}$$

$$Z_{a2} = Z_{ag2} + Z_{l2}$$

$$Z_{a3} = Z_{ag3} + Z_{l3}$$

$$Z_{an-1} = Z_{agn-1} + Z_{ln-1}$$

$$Z_{an} = Z_{agn} + Z_{ln}$$

oder:

$$f \cdot i_{a1} = f \cdot i_{ag1} + f \cdot i_{l1}$$

$$f \cdot i_{a2} = f \cdot i_{ag2} + f \cdot i_{l2}$$

$$f \cdot i_{a3} = f \cdot i_{ag3} + f \cdot i_{l3}$$

$$f \cdot i_{an-1} = f \cdot i_{agn-1} + f \cdot i_{ln-1}$$

$$f \cdot i_{an} = f \cdot i_{agn} + f \cdot i_{ln}$$

und:

$$\sum_1^n f \cdot i_{an} = \sum_1^n f \cdot i_{agn} + \sum_1^n f \cdot i_{ln},$$

woraus

$$\sum_1^n i_{an} = \sum_1^n i_{agn} + \sum_1^n i_{ln}.$$

Ist die Größe und das Vorzeichen der einzelnen Meßfehler nur vom Zufall abhängig, was anzunehmen ist, so wird die Summe der Meßwerte $\sum_1^n i_{an}$ bzw.

$\sum_1^n i_{agn}$, $\sum_1^n i_{ln}$ der Summe der bei den einzelnen Messungen tatsächlich vorhandenen

W e r t e der Anodenströme, bzw. Anodengitter- und Leuchtfadenströme nahe kommen.

Aus den Tabellen 5, 6, 7, ergibt sich nun:

$$\sum_1^n i_{an} = 1772 \quad \sum_1^n i_{agn} = 2252 \quad \sum_1^n i_{ln} = 609.$$

Die Gleichung 1) wird also von diesen Meßwerten nicht erfüllt. Es gilt vielmehr die Ungleichung

$$\sum_1^n i_{an} < \sum_1^n i_{agn} + \sum_1^n i_{ln},$$

welche besagt, daß von der Anode weniger Elektronen wegfliegen als von den beiden anderen Elektroden aufgenommen werden, was auf eine Emission der Glaswände (Magnesiumspiegel!) schließen läßt.

Aus den Figg. 13, 14, 15, in denen die Effekte an der Anode als Funktion des Kathodenstromes dargestellt sind, ist ein lineares Ansteigen des Photoeffektes mit dem Kathodenstrom zu sehen. Die sekundlich auf die Anode auffallenden Elektronen, von deren Zahl der Lichteffect abhängig ist, sind proportional der Zahl der von der Kathode emittierten Elektronen. Der Anodenstrom wurde deswegen nicht als unabhängige Variable angenommen, weil in ihm auch die von der Anode emittierten Sekundärelektronen enthalten sind. Die Tabellen 11, 12, 13 mit den dazugehörigen Figuren zeigen den Photoeffect als Funktion des Leuchtstromes bei konstan-

ten Kathodenstrom. Es ist daraus zu ersehen, daß der Effekt nach einer Exponentialfunktion ansteigt. Der normale Lichteffect ist eine ganz lineare Funktion des absorbierten Lichtes einer bestimmten Wellenlänge (Pohl und Pringsheim, "Die lichtelektrischen Erscheinungen", 1914). Man wird annehmen können, daß dies auch bei gleichzeitigem Elektronenbombardement der Fall ist. Auf eine genauere Untersuchung der Abhängigkeit des Effectes vom absorbierten Licht mußte wegen der Unsicherheit der vorhandenen Werte verzichtet werden.

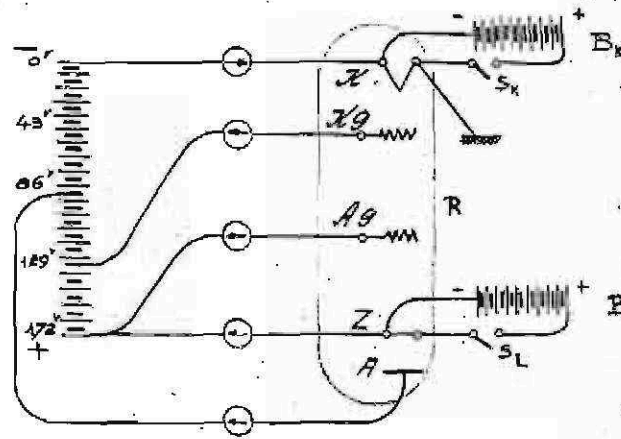


Fig. 19.

Fall II.

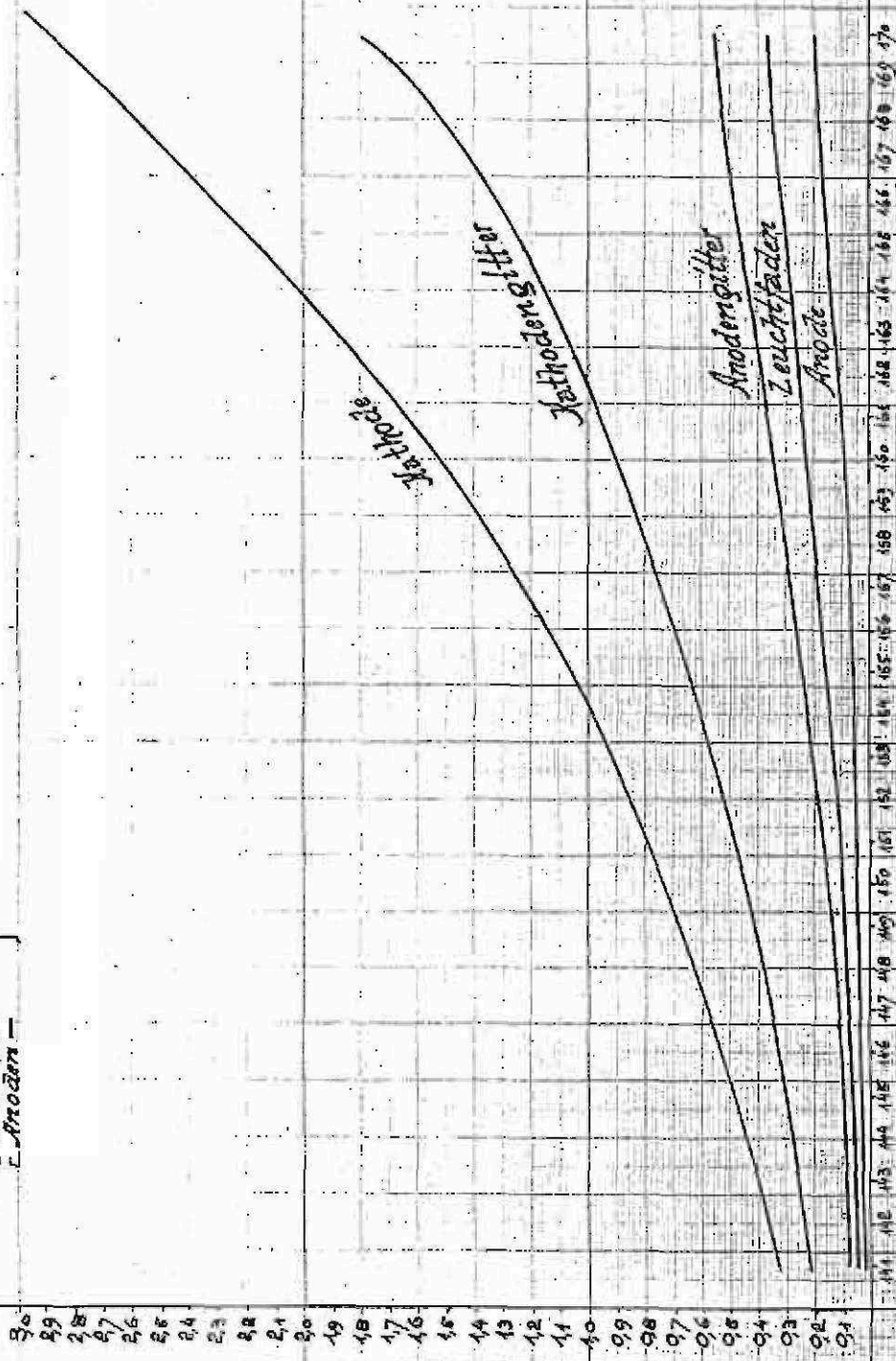
Als zweite Schaltung der Röhre wurde der Fall genommen, daß sich Anodengitter und Leuchtfaden auf demselben Potential befinden, nämlich +172 Volt. Die Potentiale der übrigen Elektroden wurden unverändert gelassen. Tab.19 zeigt die Kennlinien der Röhre bei der aus Fig.19 zu ersehenden Schaltung. Die Tab. 15 - 23 geben wieder den Lichteffect als Funktion des Heizstromes der Glühkathode, die Tab.24 zeigt den Effect in Abhängigkeit vom Kathodenstrom und die Tab.25, 26,27 geben die Abhängigkeit vom Leuchtstrom.

Tabelle 14 (dazu Fig.20).

Kennlinien der Röhre.

Heizstr. mA.	Kathstr. mA.	KG.-Str. mA.	A.G.Str. mA.	Lfdstr. mA.	An.Str. mA.
141	0'31	0'20	0'07	0'03	0'01
142	0'35	0'23	0'08	0'04	0'02
143	0'41	0'26	0'08	0'04	0'02
144	0'44	0'28	0'09	0'05	0'02
145	0'49	0'31	0'10	0'05	0'03
146	0'56	0'34	0'11	0'06	0'03
147	0'61	0'37	0'12	0'07	0'03
148	0'66	0'39	0'13	0'08	0'04
149	0'71	0'42	0'14	0'09	0'04
150	0'73	0'45	0'15	0'10	0'05
151	0'77	0'47	0'17	0'11	0'05
152	0'81	0'50	0'20	0'12	0'05
153	0'87	0'56	0'21	0'12	0'05
154	1'05	0'63	0'23	0'13	0'05
155	1'11	0'67	0'24	0'14	0'06
156	1'17	0'70	0'26	0'15	0'06
157	1'24	0'75	0'29	0'16	0'06
158	1'34	0'80	0'32	0'19	0'07
159	1'43	0'85	0'33	0'21	0'07
160	1'50	0'91	0'35	0'22	0'08
161	1'7	0'94	0'37	0'23	0'09
162	1'8	1'06	0'38	0'25	0'11
163	1'9	1'10	0'40	0'27	0'13
164	2'0	1'14	0'45	0'29	0'14
165	2'1	1'32	0'47	0'30	0'15
166	2'3	1'20	0'49	0'31	0'16
167	2'5	1'4	0'50	0'33	0'17
168	2'6	1'5	0'52	0'35	0'18
169	2'7	1'7	0'53	0'35	0'19
170	2'9	1'8	0'55	0'36	0'20

Millamp. $\left\{ \begin{array}{l} \text{Kathoden-} \\ \text{Kathodengitter-} \\ \text{Anodengitter-} \\ \text{Leuchtfäden-} \\ \text{Anoden-} \end{array} \right\} \text{Strom.}$



Heizstrom Volt

Fig. 20.

Tabelle 15 (dazu Fig. 21).

Effekt an der Anode. Leuchtstrom 482 mA.

Heizstr. d. Glühkath. mA.	Beleuchtg. ein $3'8 \times 10^{-8} \text{A.}$	Beleuchtg. aus $3'8 \times 10^{-8} \text{A.}$	Mittel d. Diff. $3'8 \times 10^{-8} \text{A.}$
140	10	15	18
141	12	4	8
142	17	44	30
143	36	23	30
144	10	44	27
145	4 x 10	4 x 15	72
146	29	14	84
147	18	12	60
148	13	15	56
149	17	24	84
150	18	57	148
151	35	17	104
152	47	27	148
153	37	61	196
154	60	31	180
155	72	25	216
156	10 x 25	10 x 35	300
157	10 x 29	10 x 10	195
158	10 x 16	10 x 33	243
159	10 x 42	10 x 3	225
160	10 x 41	10 x 5	275
161	10 x 17	10 x 34	235
162	10 x 49	10 x 55	520
163	10 x 38	10 x 62	500
164	10 x 45	10 x 41	490
165	10 x 57	10 x 59	580
166	100 x 10	100 x 3	650
167	100 x 6	100 x 6	600
168	100 x 7	100 x 6	650

Photostrom der
Anode

$\uparrow 3.3 \times 10^{-8} \text{ Amp.}$

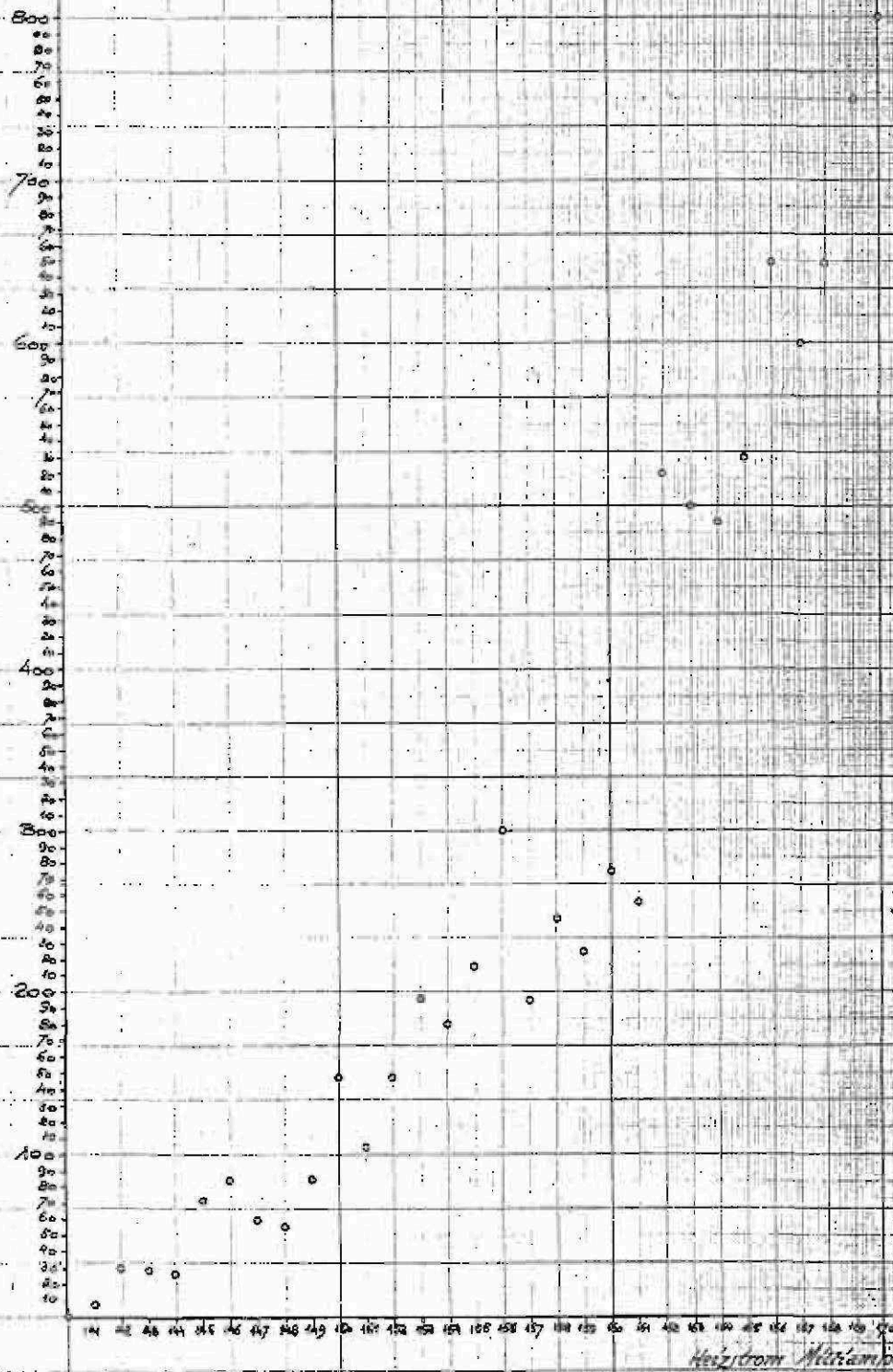


Fig. 21.

Tabelle 16 (dazu Fig.22).

Effekt am Anodengitter. Leuchtstrom 482 mA.

Heizstr.d. Kathode mA.	Beleuchtg. ein $8'8 \times 10^{-8} \text{A.}$	Beleuchtg. aus $8'8 \times 10^{-8} \text{A.}$	Mittel d. Diff. $8'8 \times 10^{-8} \text{A.}$
140	20	25	26
141	27	9	18
142	4 x 18	4 x 12	60
143	4 x 23	4 x 6	56
144	4 x 21	4 x 20	80
145	4 x 12	4 x 20	64
146	4 x 10	4 x 14	56
147	4 x 13	4 x 21	68
148	4 x 27	4 x 8	72
149	4 x 31	4 x 20	104
150	4 x 15	4 x 23	76
151	4 x 14	4 x 40	104
152	4 x 28	4 x 44	144
153	4 x 36	4 x 54	180
154	4 x 35	4 x 44	116
155	4 x 41	4 x 38	148
156	10 x 21	10 x 7	140
157	10 x 35	10 x 8	190
158	10 x 12	10 x 38	250
159	10 x 25	10 x 19	220
160	10 x 16	10 x 54	175
161	10 x 37	10 x 115	260
162	10 x 21	10 x 26	235
163	10 x 13	10 x 37	250
164	10 x 46	10 x 24	350
165	10 x 20	10 x 42	310
166	10 x 19	10 x 46	325
167	10 x 22	10 x 58	390
168	10 x 21	10 x 36	335
169	10 x 20	10 x 57	385
170	10 x 29	10 x 61	450

Photostrom des
Anodengitters

$3,3 \times 10^{-8}$ Amp.

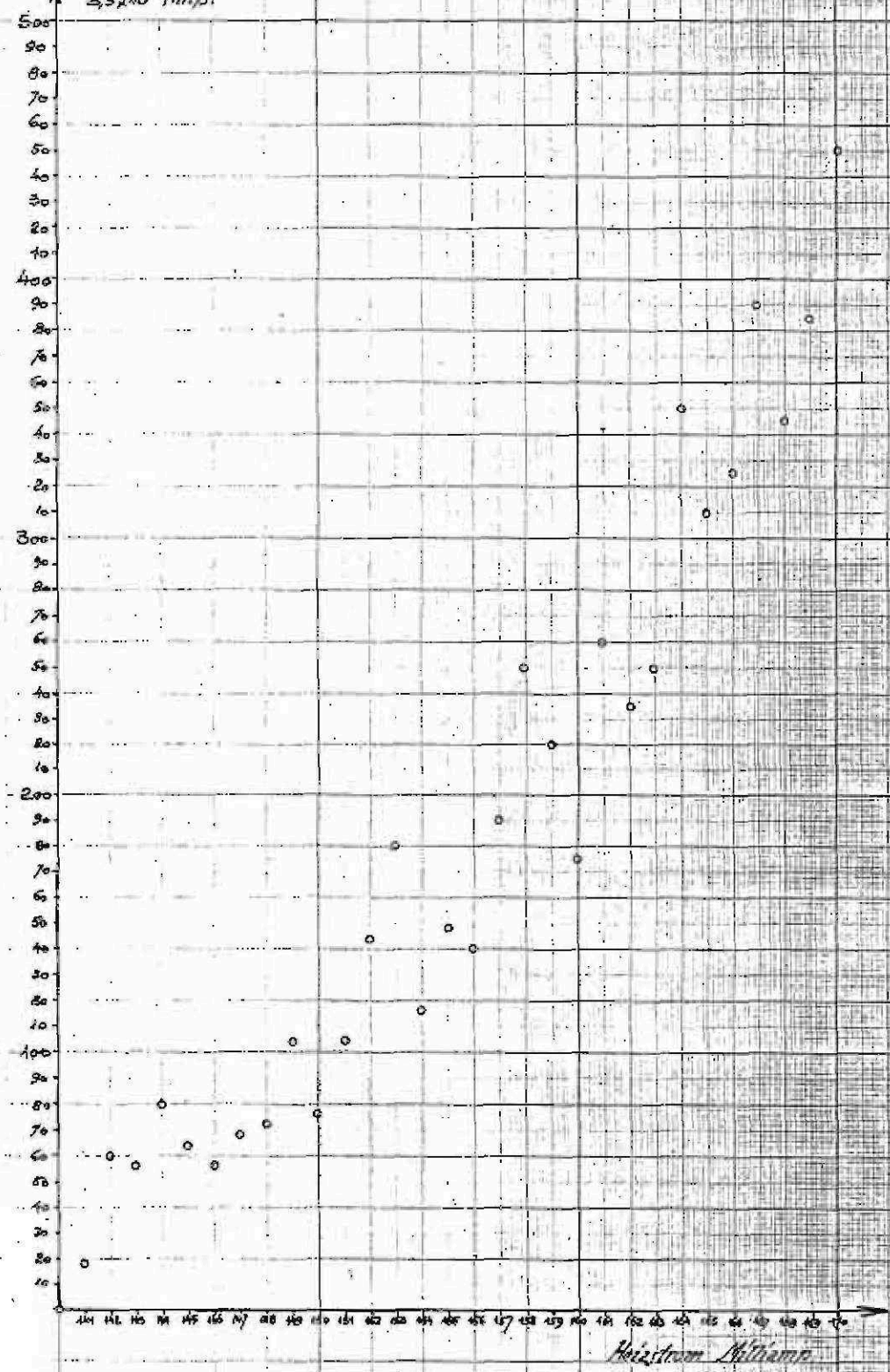


Fig. 22.

Tabelle 17 (dazu Fig.23).

Effekt am Leuchtfaden. Leuchtstrom 482 mA.

Heizstr.d. Kathode mA.	Beleuchtg. ein $3'8 \times 10^{-8} \text{A.}$	Beleuchtg. aus $3'8 \times 10^{-8} \text{A.}$	Mittel d. Diff. $3'8 \times 10^{-8} \text{A.}$
140	6	14	10
141	14	2	8
142	9	1	5
143	6	0	3
144	13	69	41
145	10	18	14
146	13	12	12
147	19	42	30
148	22	12	19
149	31	59	45
150	17	45	31
151	18	37	25
152	4 x 17	4 x 24	80
153	4 x 8	4 x 12	40
154	4 x 13	4 x 35	96
155	4 x 19	4 x 3	44
156	4 x 16	4 x 27	84
157	4 x 22	4 x 14	72
158	4 x 8	4 x 25	64
159	10 x 9	10 x 12	105
160	10 x 8	10 x 17	125
161	10 x 10	10 x 16	130
162	10 x 19	10 x 23	160
163	10 x 30	10 x 4	170
164	10 x 25	10 x 17	210
165	10 x 31	10 x 5	180
166	10 x 13	10 x 35	240
167	10 x 16	10 x 29	225
168	10 x 21	10 x 26	235
169	10 x 12	10 x 48	300
170	10 x 31	10 x 27	290

Photostrom der
Zuchtfliegen

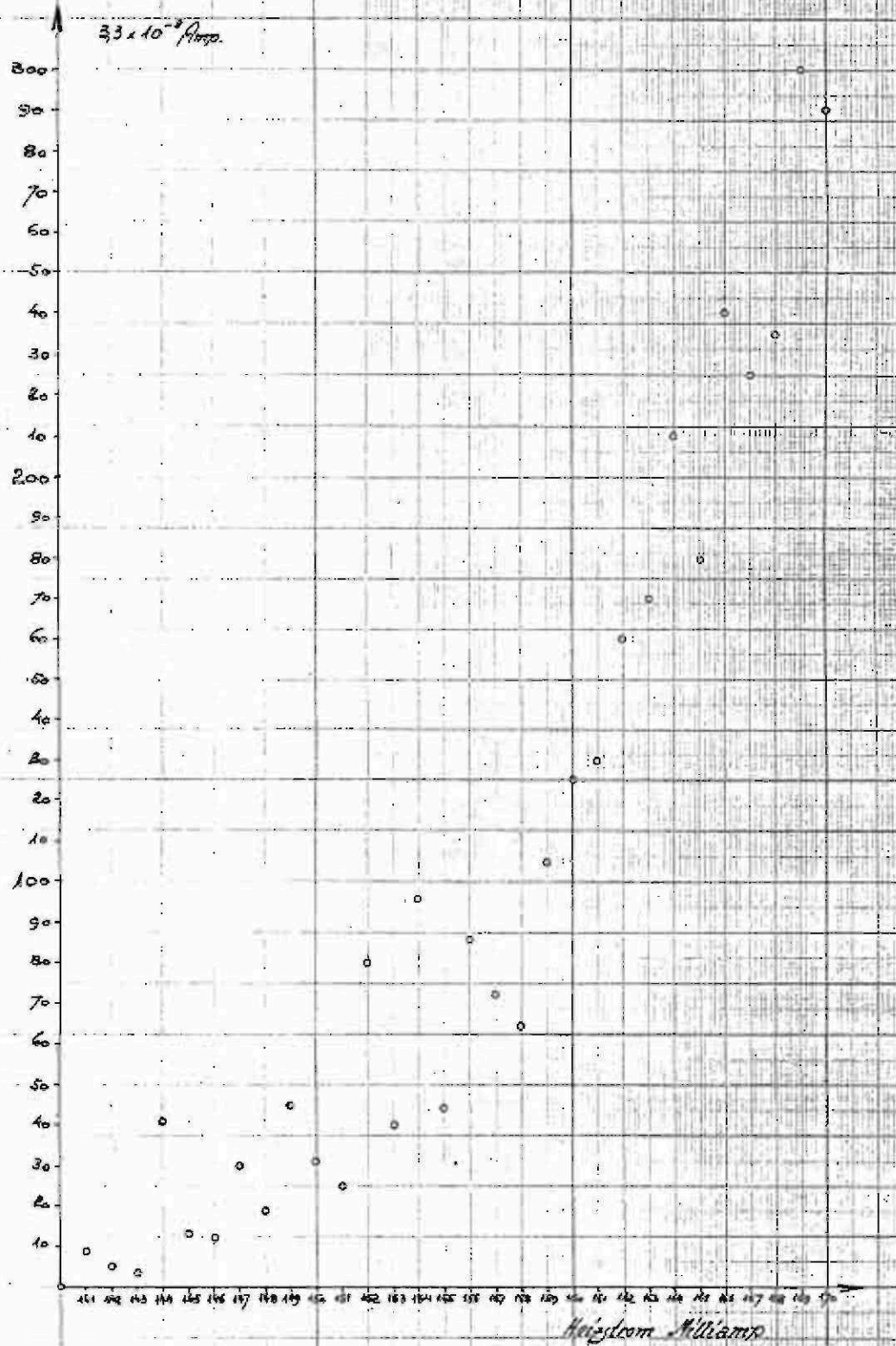


Fig. 23

Tabelle 18 (dazu Fig.24).

Effekt an der Anode. Leuchtstrom 386 mA.

Heizstr.d. Kathode mA	Beleuchtg. ein $3 \cdot 3 \times 10^{-8} \text{A}$.	Beleuchtg. aus $3 \cdot 3 \times 10^{-8} \text{A}$.	Mittel d. Diff. $3 \cdot 3 \times 10^{-8} \text{A}$.
140	0	0	0
141	7	0	8
142	8	2	5
143	9	16	2
144	10	20	15
145	37	18	25
146	29	16	23
147	37	13	25
148	28	14	21
149	31	69	55
150	45	52	49
151	26	59	42
152	4 x 37	4 x 19	92
153	4 x 22	4 x 14	72
154	4 x 7	4 x 39	80
155	4 x 18	4 x 20	76
156	4 x 15	4 x 61	152
157	4 x 14	4 x 42	112
158	4 x 39	4 x 67	212
159	4 x 20	4 x 60	160
160	4 x 59	4 x 43	204
161	4 x 27	4 x 68	180
162	10 x 36	10 x 15	255
163	10 x 28	10 x 21	245
164	10 x 27	10 x 41	340
165	10 x 40	10 x 32	360
166	10 x 29	10 x 51	400
167	10 x 43	10 x 41	420
168	10 x 28	10 x 50	390
169	10 x 27	10 x 65	460
170	10 x 46	10 x 60	580

Photoström der
Anode

$3,3 \times 10^{-3}$ Amp.

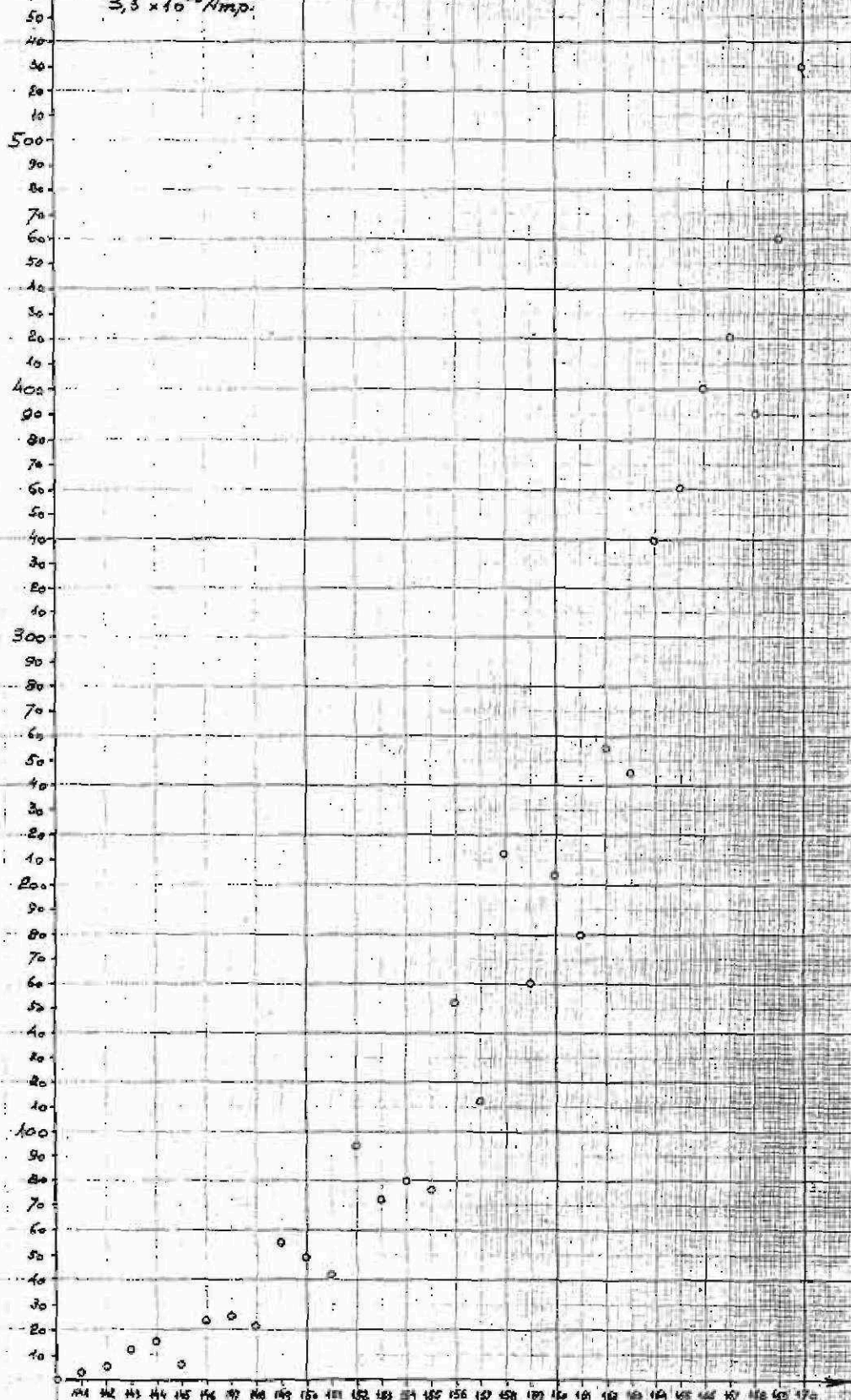


Fig. 24.

Heizstrom Milliamp

Tabelle 19 (dazu Fig.25).

Effekt am Anodengitter. Leuchtstrom 386 mA.

Heizstr.d. Glühkath. mA.	Beleuchtg. ^{ein} 3'3x10 ⁻⁸ A.	Beleuchtg. ^{aus} 3'3x10 ⁻⁸ A.	Mittel d. Diff. 3'3x10 ⁻⁸ A.
140	0	0	0
141	0	0	0
142	0	0	0
143	5	7	6
144	8	14	11
145	36	18	22
146	23	6	14
147	15	11	18
148	22	58	40
149	28	28	25
150	4 x 14	4 x 26	80
151	4 x 19	4 x 4	44
152	4 x 10	4 x 16	52
153	4 x 18	4 x 2	40
154	4 x 25	4 x 7	64
155	4 x 19	4 x 6	48
156	4 x 12	4 x 30	84
157	10 x 9	10 x 12	110
158	10 x 18	10 x 10	155
159	10 x 22	10 x 14	180
160	10 x 9	10 x 10	110
161	10 x 7	10 x 19	130
162	10 x 20	10 x 16	180
163	10 x 28	10 x 7	150
164	10 x 14	10 x 19	165
165	10 x 21	10 x 18	230
166	10 x 18	10 x 35	240
167	10 x 29	10 x 25	270
168	10 x 29	10 x 26	255
169	10 x 17	10 x 41	290
170	10 x 40	10 x 28	340

Photostrom des
Modulgitters

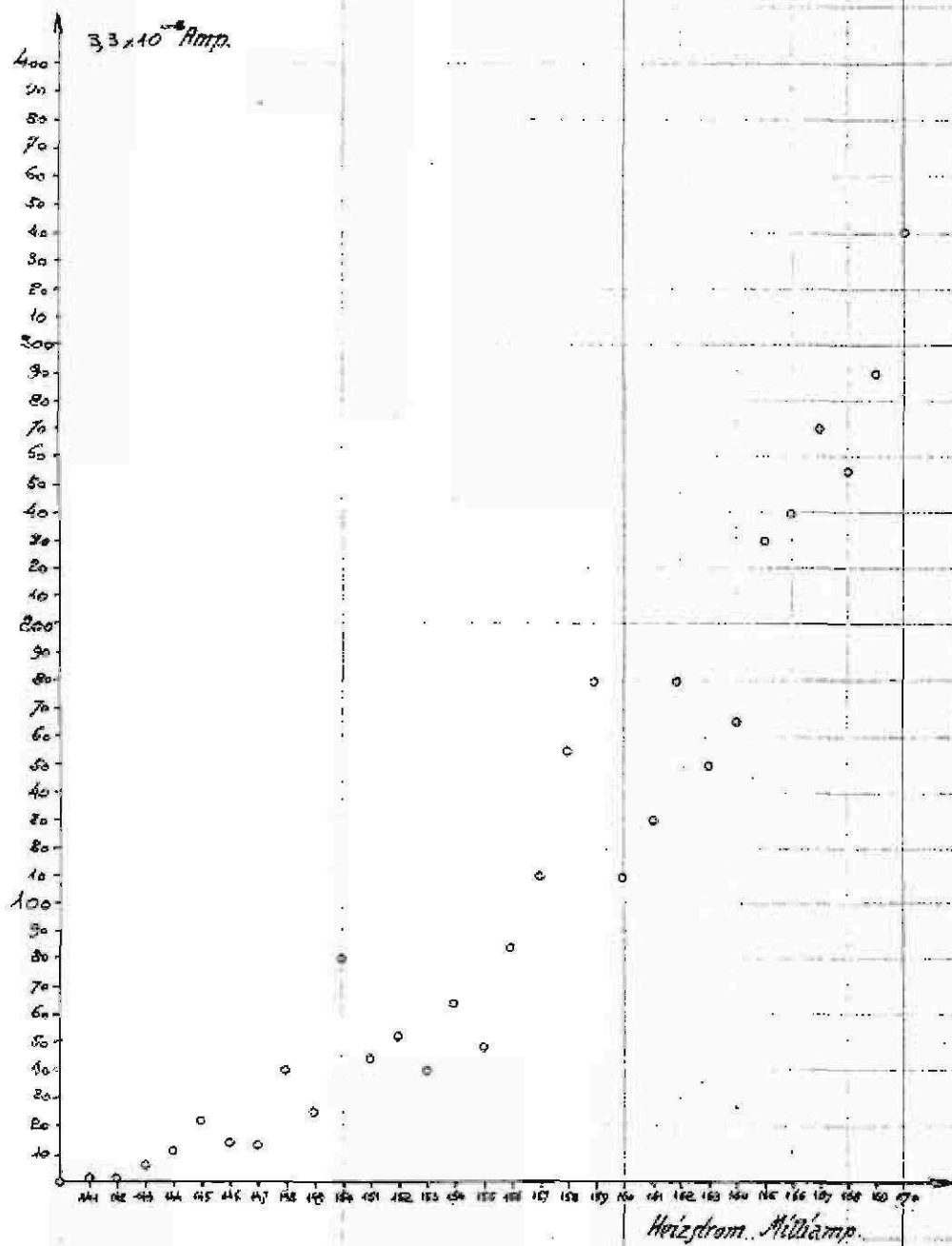


Fig. 25.

Tabelle 20 (dam. Fig. 26).

Effekt am Leuchtfaden. Leuchtstrom 386 mA.

Heizstr. d. Glühkath. mA.	Beleuchtg. ein 3'8x10-8A.	Beleuchtg. aus 3'8x10-8A.	Mittel d. Diff. 3'8x10-8A.
140	0	0	0
141	0	0	0
142	0	0	0
143	0	0	0
144	0	0	0
145	5	1	3
146	00	0	0
147	4	0	2
148	26	12	14
149	26	12	14
150	7	17	12
151	13	23	18
152	15	17	16
153	16	27	21
154	18	46	32
155	7	64	35
156	39	58	48
157	49	55	51
158	4 x 12	4 x 24	72
159	4 x 19	4 x 28	84
160	4 x 18	4 x 7	52
161	4 x 20	4 x 28	96
162	10 x 66	10 x 8	70
163	10 x 15	10 x 55	100
164	10 x 10	10 x 13	115
165	10 x 8	10 x 18	130
166	10 x 20	10 x 11	155
167	10 x 20	10 x 8	140
168	10 x 12	10 x 20	160
169	10 x 21	10 x 11	160
170	10 x 17	10 x 21	195

Tabelle 21 (dazu Fig.27).

Effekt an der Anode. Leuchtstrom 337 mA.

Heizstr.d. Kathode mA.	Beleuchtg. ^{ein} 3'3x10 ⁻⁸ A.	Beleuchtg. ^{aus} 3'3x10 ⁻⁸ A.	Mittel d. ^{Diff.} 3'3x10 ⁻⁸ A.
140	0	0	0
141	0	0	0
142	0	0	0
143	0	0	0
144	0	0	0
145	0	0	0
146	0	0	0
147	6	0	3
148	5	0	5
149	0	0	0
150	22	2	12
151	6	20	8
152	20	20	15
153	35	19	27
154	16	35	25
155	27	11	19
156	46	11	28
157	20	50	35
158	18	22	20
159	30	30	30
160	4 x 25	4 x 11	72
161	4 x 15	4 x 7	44
162	10 x 11	10 x 9	100
163	10 x 5	10 x 8	65
164	10 x 10	10 x 6	80
165	10 x 19	10 x 6	120
166	10 x 11	10 x 5	80
167	10 x 7	10 x 6	125
168	10 x 10	10 x 18	140
169	10 x 11	10 x 16	135
170	10 x 20	10 x 17	185

Photostrom der
Anode

$3,3 \times 10^{-9}$ Amp.

200

90

80

70

60

50

40

30

20

10

100

90

80

70

60

50

40

30

20

10

11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

Präzisions-Messung

Fig. 27.

80

Tabelle 22 (dazu Fig.28).

Effekt am Anodengitter. Leuchtstrom 337 mA.

Heizstr.d. Kathode mA.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Mittel d. Diff. $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$
140	0	0	0
141	0	0	0
142	0	0	0
143	0	0	0
144	0	0	0
145	1	0	0
146	6	0	3
147	8	6	7
148	5	7	6
149	10	1	5
150	15	4	9
151	6	8	7
152	6	6	6
153	12	4	8
154	10	12	11
155	26	34	30
156	29	42	35
157	40	55	47
158	18	46	32
159	14	18	16
160	31	47	39
161	35	65	50
162	58	44	51
163	37	55	46
164	4 x 26	4 x 16	84
165	4 x 33	4 x 18	100
166	10 x 17	10 x 2	95
167	10 x 13	10 x 4	86
168	10 x 8	10 x 13	105
169	10 x 5	10 x 11	80
170	10 x 9	10 x 13	110

Photostrom der
Anodengitter

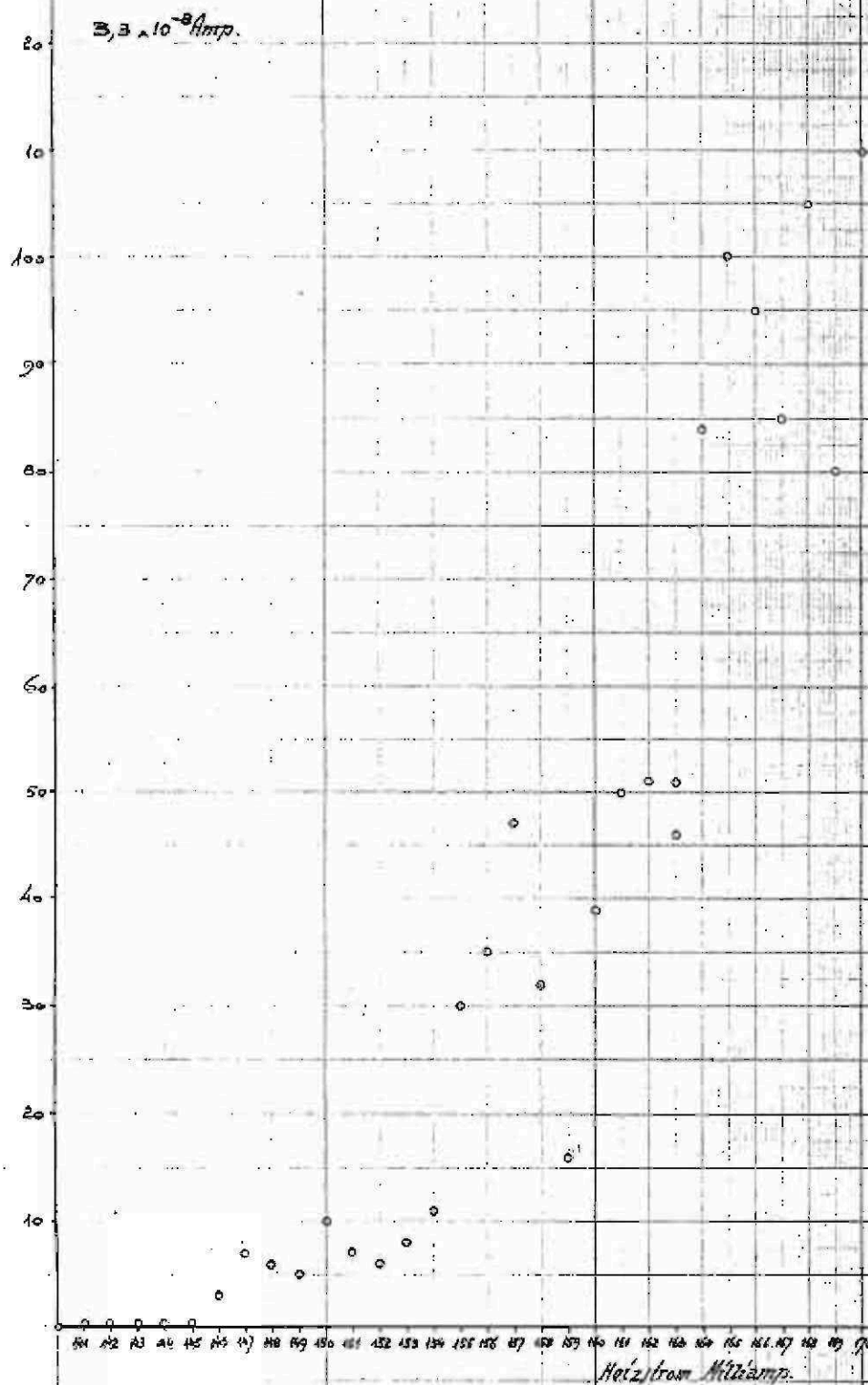


Fig. 28.

Tabelle 23 (dazu 29).

Effekt am Leuchtfaden. Leuchtstrom 337 mA.

Heizstr. d. Kathode mA.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Mittel d. Diff. $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$
140	0	0	0
150	0	0	0
155	5	1	3
156	8	12	10
157	17	1	9
158	22	65	43
159	16	19	17
160	28	37	32
161	33	8	20
162	23	33	28
163	17	81	29
164	30	15	22
165	13	19	16
166	8	52	30
167	29	45	37
168	36	49	42
169	51	50	50
170	47	55	51

Photostrom der
Zementkathode

64

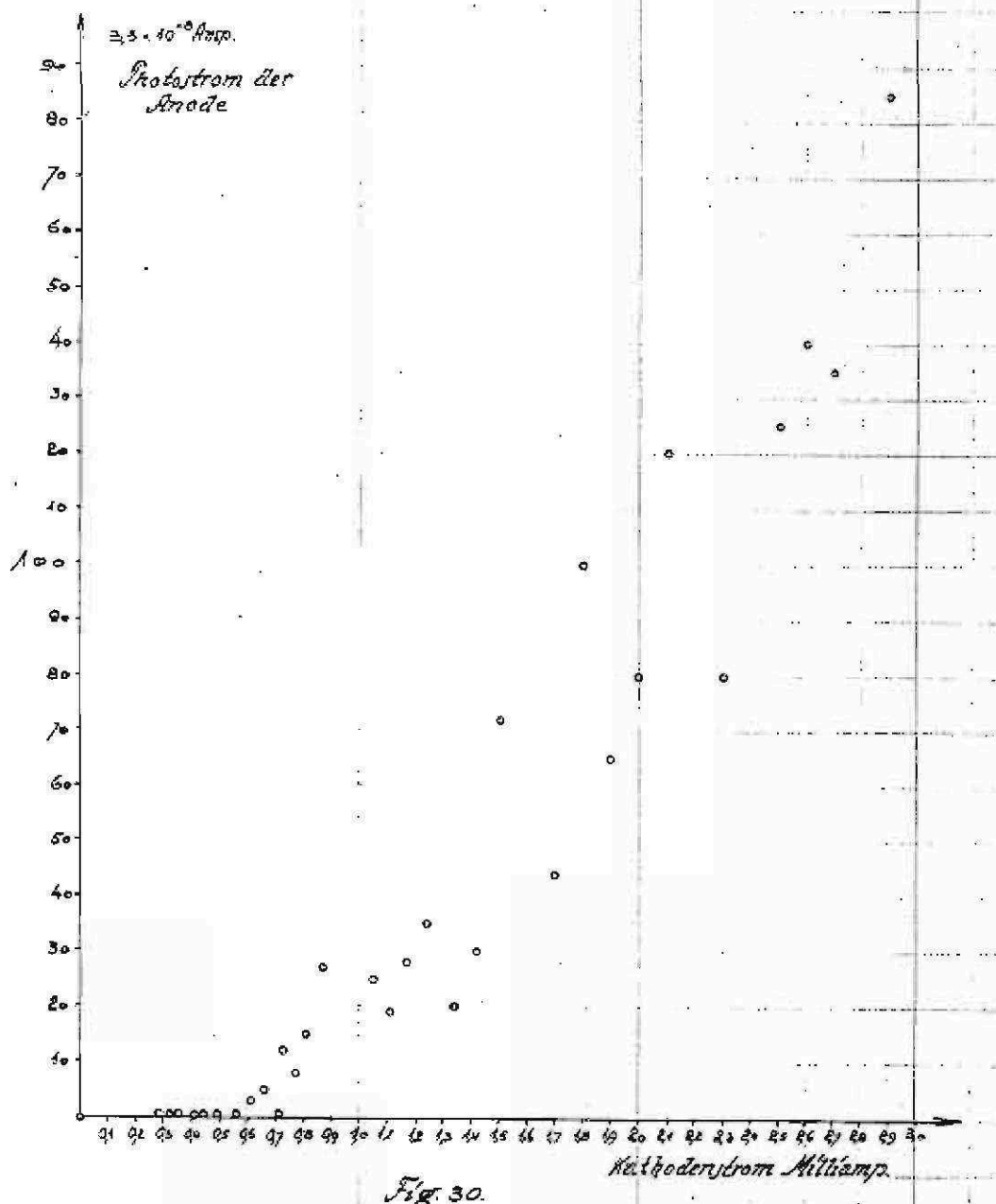
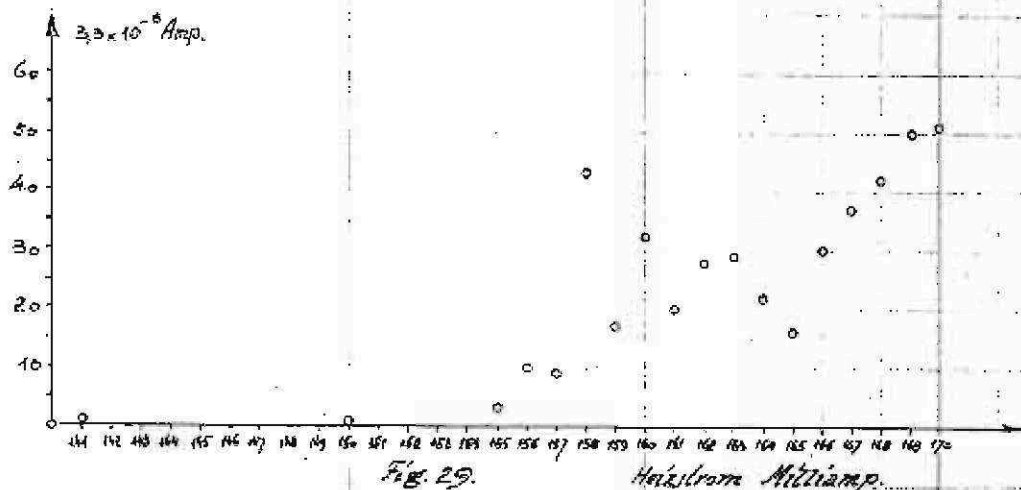


Tabelle 24 (dazu Fig. 30, 31, 32).

Effekte an der Anode in $2'3 \times 10^{-8}$ Amp. als Funktion
des Kathodenstromes (Milliamp.).

Kath.-Str. Milliamp.	L e u c h t s t r o m		
	482 mμ.	368 mμ.	337 mμ.
0'28	13	0	0
0'31	8	3	0
0'35	30	5	0
0'41	29	12	0
0'44	27	15	0
0'49	72	6	0
0'56	34	23	0
0'61	60	25	3
0'66	56	21	5
0'71	84	55	0
0'73	148	49	12
0'77	104	42	8
0'81	148	92	15
0'87	196	72	27
1'05	180	80	25
1'11	216	76	19
1'17	300	152	28
1'24	196	112	35
1'34	245	212	20
1'42	215	160	30
1'5	275	204	72
1'7	255	180	44
1'8	520	255	100
1'9	500	245	65
2'0	490	340	80
2'1	580	360	120
2'3	650	400	80
2'5	600	420	125
2'6	650	390	140

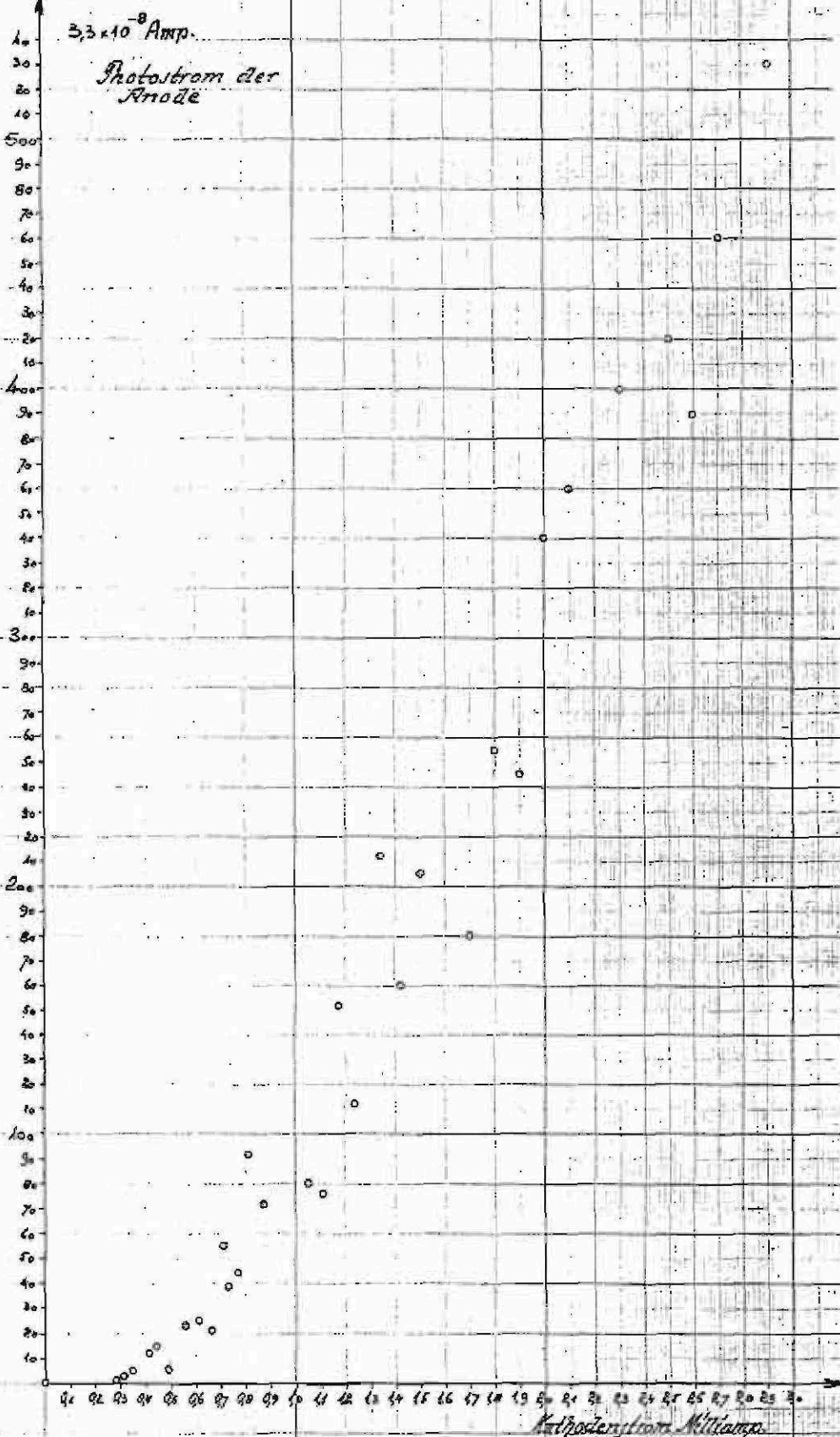


Fig. 31.

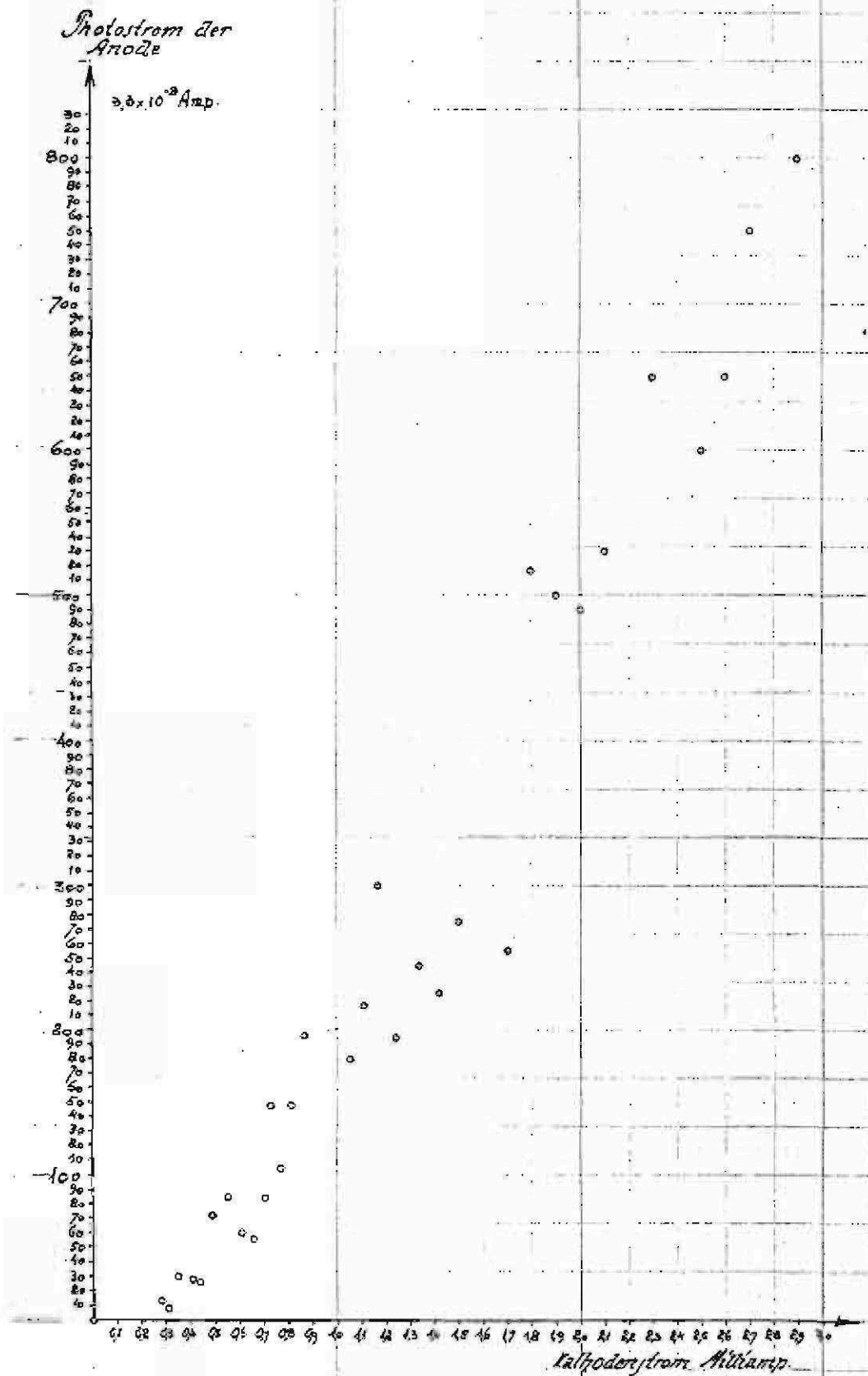


Fig. 32.

Tabelle 25 (dazu Fig. 33).

Effekte an der Anode in $3'3 \times 10^{-8}$ Amp. als Funktion
des Leuchtstromes (mA.). Kath.-Strom konstant = 2'7 mA.

Leuchtstr. mA.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8}$ A.	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8}$ A.	Mittel d. Diff. $3'3 \times 10^{-8}$ A.
175	3	17	12
205	4	7	6
227	28	37	33
241	4 x 24	4 x 22	92
265	10 x 16	10 x 9	125
289	-	-	135
313	10 x 17	10 x 23	200
337	10 x 15	10 x 29	220
361	10 x 14	10 x 46	300
386	-	-	460
410	10 x 33	10 x 70	515
437	10 x 61	10 x 56	585
458	10 x 92	10 x 54	730
482	-	-	750

Photostrom der
Anode

$3,3 \cdot 10^{-8}$ Amp.

30
20
10
800
700
600
500
400
300
200
100
700
600
500
400
300
200
100
600
500
400
300
200
100
400
300
200
100
300
200
100
200
100
100
50
40
30
20
10
100
50
40
30
20
10
100
50
40
30
20
10
100
50
40
30
20
10
100
50
40
30
20
10

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250 260 270 280 290 300 310 320 330 340 350 360 370 380 390 400 410 420 430 440 450 460 470 480 490 500 510 520 530 540 550 560 570 580 590 600 610 620 630 640 650 660 670 680 690 700 710 720 730 740 750 760 770 780 790 800 810 820 830 840 850 860 870 880 890 900 910 920 930 940 950 960 970 980 990 1000

Leuchtdruck Millamp

Fig. 93.

Tabelle 26 (dazu Fig. 84).

Effekte an der Anode in $3'3 \times 10^{-8}$ Amp. als Funktion
des Leuchtstromes (mA.). Kath.-Strom konstant 1'9 mA.

Leuchtstr. mA,	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8}$ A.	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8}$ A.	Mittel d. Diff. $3'3 \times 10^{-8}$ A.
175	0	0	0
205	15	6	10
227	14	18	16
241	4 x 7	4 x 10	36
265	4 x 8	4 x 12	42
289	-	-	65
313	10 x 15	10 x 8	115
337	10 x 12	10 x 18	150
361	10 x 20	10 x 15	175
386	-	-	245
410	10 x 38	10 x 28	330
437	10 x 31	10 x 46	385
458	10 x 39	10 x 59	490
482	-	-	500

Photostrom der
Anode

3.3×10^{-8} Amp.

20
10
500
90
80
70
60
50
40
30
20
10
1
400
90
80
70
60
50
40
30
20
10
300
90
80
70
60
50
40
30
20
10
200
90
80
70
60
50
40
30
20
10
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10

50 100 150 200 250 300 350 400 450 500

Leuchtstrom Milliamper

Fig. 34

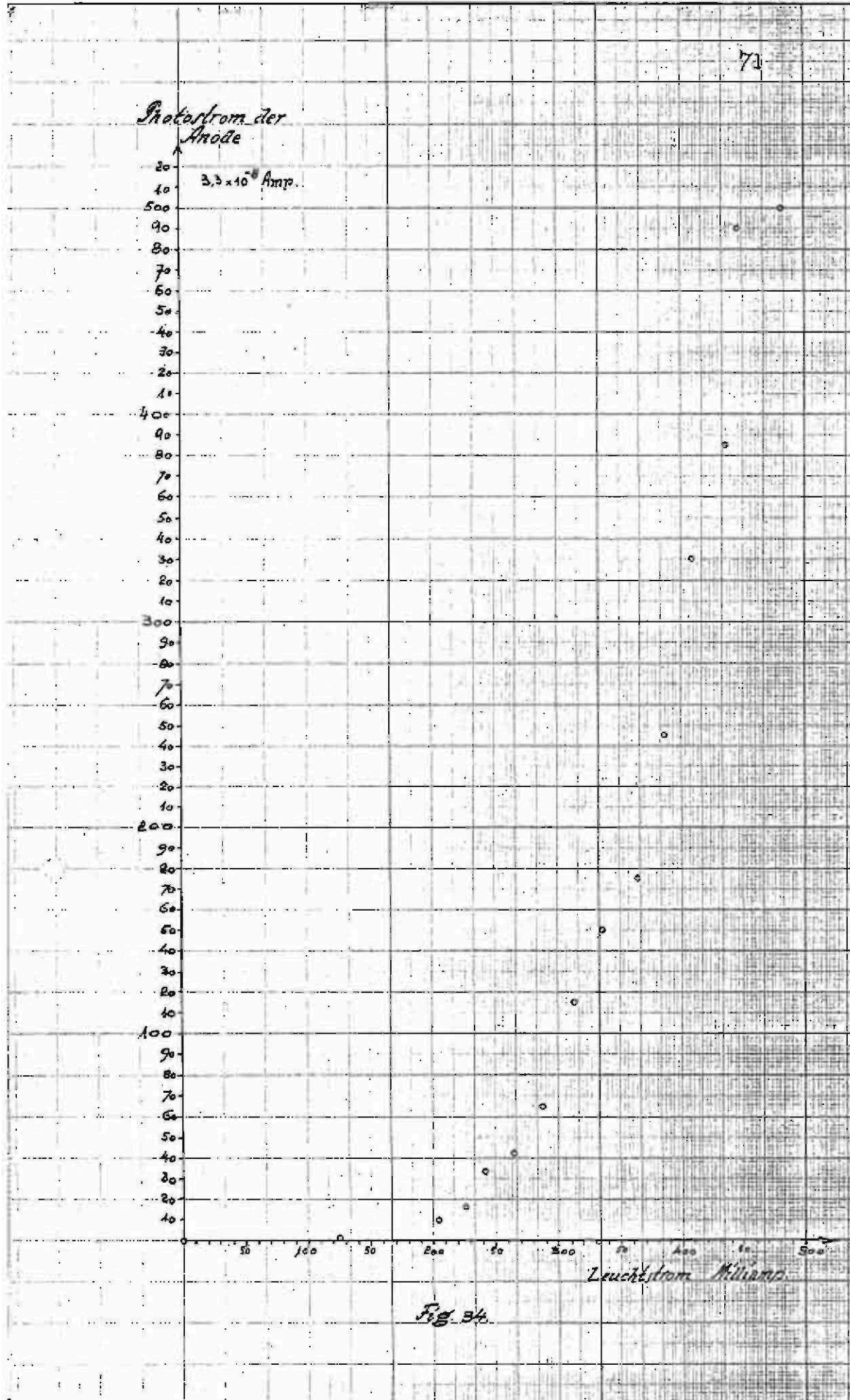


Tabelle 27 (dazu Fig. 25).

Effekte an der Anode in $3'3 \times 10^{-8}$ Amp. als Funktion
des Leuchtstromes (mA.). Kath.-Str. konstant 0'87 mA.

Leuchtstr. mA.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8}$ A.	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8}$ A.	Mittel d. Diff. $3'3 \times 10^{-8}$ A.
205	0	0	0
227	3	4	3
241	11	12	11
265	18	12	15
289	-	-	27
313	19	25	22
337	20	31	25
361	50	46	48
386	-	-	72
410	10 x 20	10 x 1	105
437	10 x 15	10 x 6	118
458	10 x 19	10 x 12	155
482	-	-	196

Photostrom der
Anode

$3,3 \times 10^{-8}$ Amp.

73

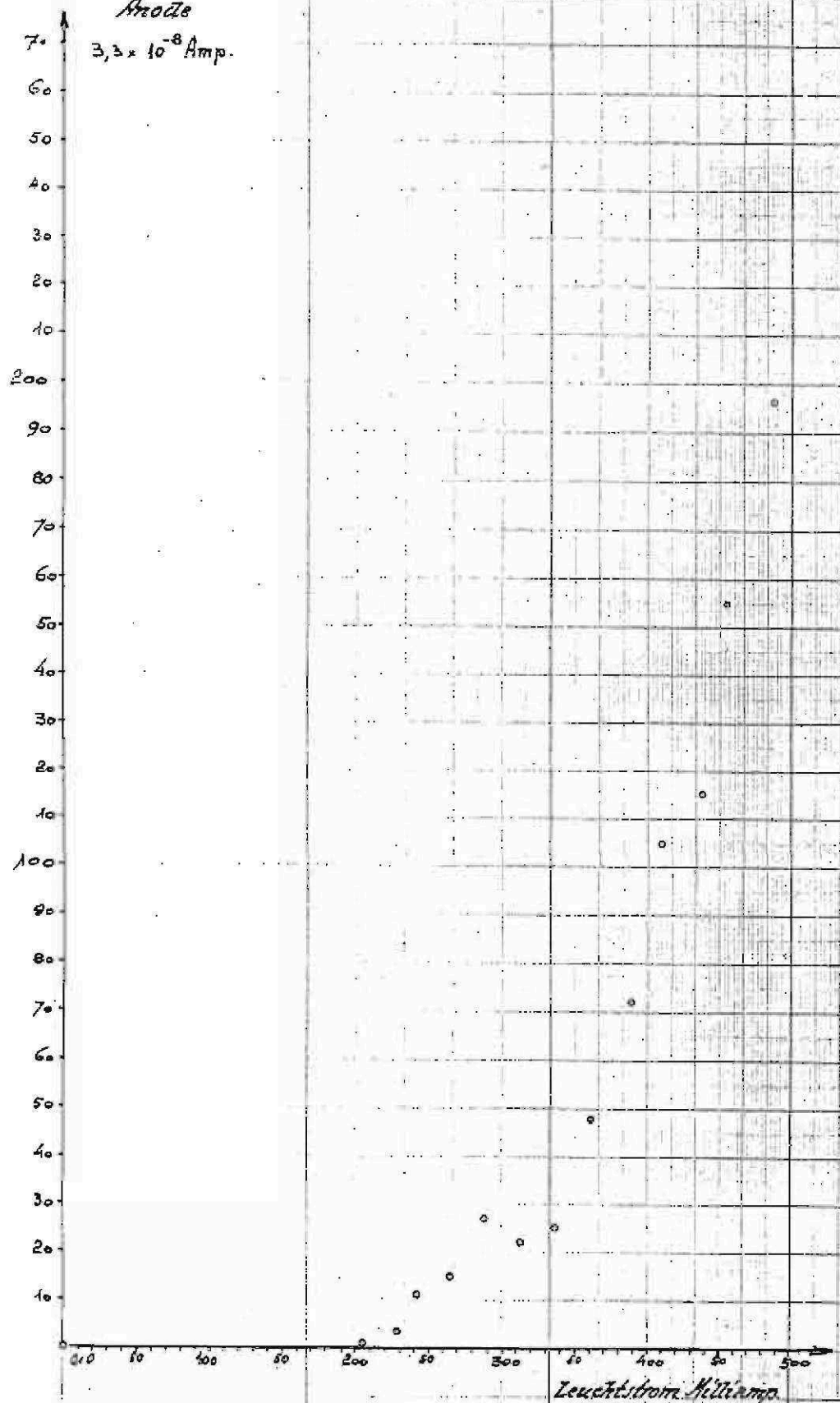


Fig. 35.

Im Falle der Schaltung der Röhre nach Fig.19

ist ein ähnlicher Gang der Lichteffekte mit den einzelnen Variablen zu erkennen wie im Falle I bei der Schaltung nach Fig.8. Führt man dieselben Überlegungen durch wie im Falle I auf Seite 41 und 42, so erhält man mit denselben Bezeichnungen aus den Tabellen 15, 16 und 17

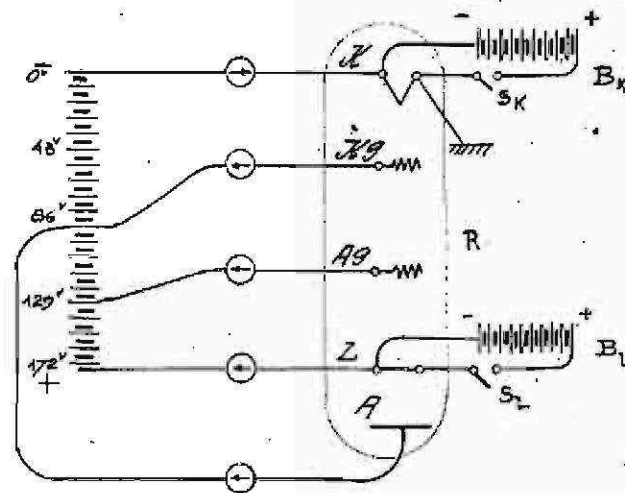
$$\sum_1^n i_{an} = 6891, \quad \sum_1^n i_{agn} = 5637, \quad \sum_1^n i_{ln} = 3098$$

und es gilt die Ungleichung

$$\sum_1^n i_{an} < \sum_1^n i_{agn} + \sum_1^n i_{ln},$$

was wieder auf die schon oben angeführte Ursache zurückzuführen sein dürfte.

Fig. 36.

Fall III.

Als dritter Fall der Röhrenschtaltung wurde zum Unterschied gegen die Schaltung nach Fig. 19 das Kathodengitter an das Potential +86 Volt und das Anodengitter an das Potential +129 Volt gelegt, wie das Schaltbild Fig. 36 zeigt. Die Tabelle 18 und die dazu gehörige Fig. 37 geben wieder die Kennlinien der Röhre und die Tabellen 29 - 37 und die dazugehörigen Fig. 28 - 46 zeigen die Werte des Photoeffektes als Funktion des Heizstromes der Kathode, die Tabelle 37 gibt die Abhängigkeit des Lichteffektes von der Kathodenstromstärke bei drei konstanten Leuchtstromstärken und die Tabellen 28 und 39 zeigen die Lichteffekte als Funktion der Leuchtströme bei konstantem Kathodenstrom.

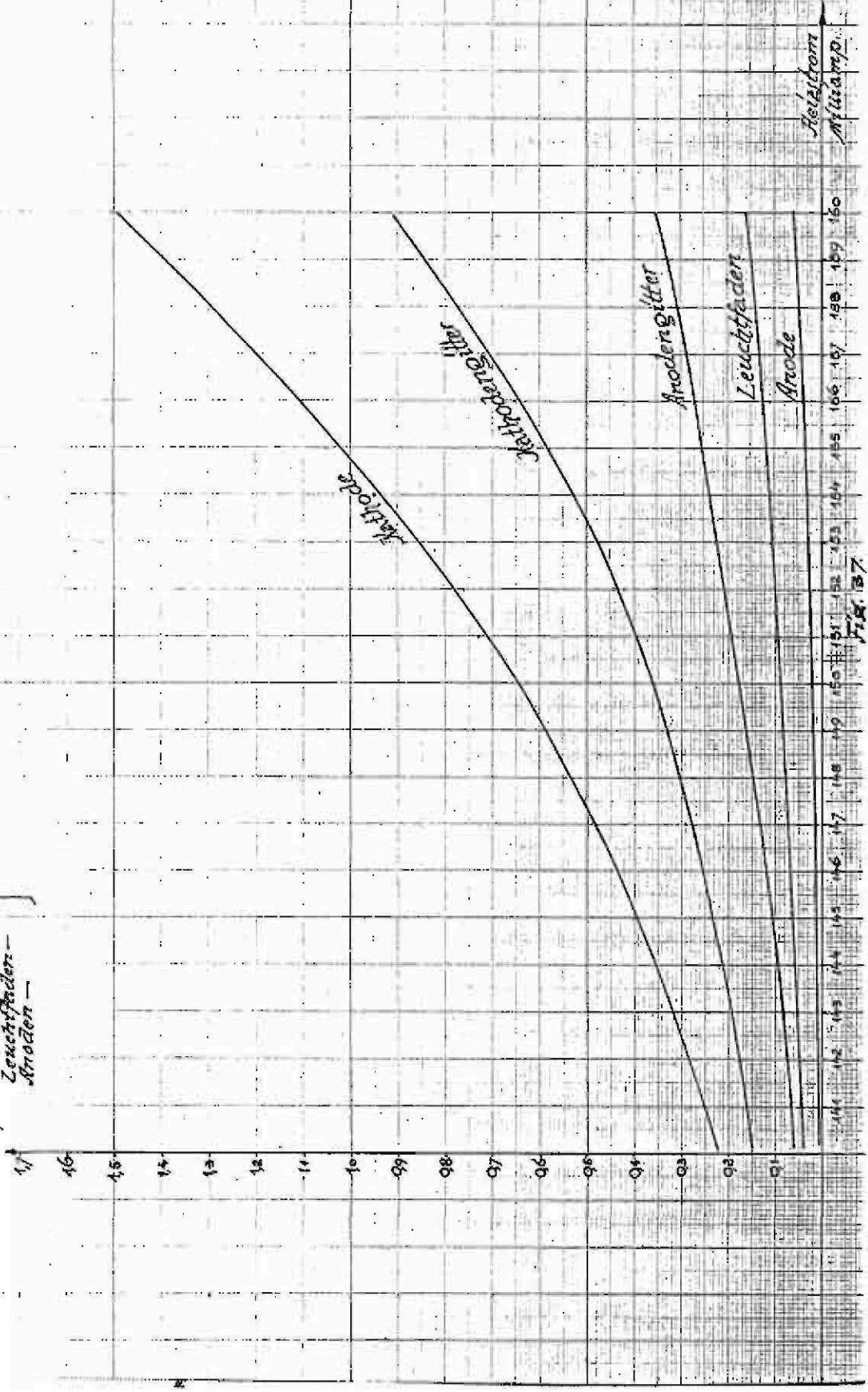
Tabelle 28 (dazu Fig.37).

Kennlinien der Röhre.

Heizstr. mA.	Kathstr. mA.	KG.-Str. mA.	A.G.Str. mA.	Lfdstr. mA.	An.Str. mA.
141	0'25	0'16	0'07	0'04	0'0
142	0'27	0'17	0'07	0'04	0'0
143	0'32	0'20	0'08	0'05	0'0
144	0'36	0'22	0'09	0'07	0'01
145	0'40	0'24	0'10	0'07	0'01
146	0'45	0'25	0'12	0'08	0'01
147	0'48	0'29	0'14	0'09	0'01
148	0'53	0'30	0'15	0'09	0'01
149	0'60	0'33	0'17	0'09	0'02
150	0'65	0'36	0'19	0'10	0'02
151	0'73	0'39	0'21	0'10	0'02
152	0'76	0'42	0'22	0'11	0'02
153	0'86	0'47	0'23	0'11	0'03
154	0'95	0'53	0'24	0'11	0'03
155	1'05	0'62	0'25	0'12	0'03
156	1'10	0'65	0'27	0'12	0'04
157	1'20	0'72	0'29	0'13	0'04
158	1'30	0'77	0'31	0'14	0'05
159	1'40	0'83	0'33	0'15	0'05
160	1'5	0'92	0'36	0'16	0'06

Kathoden -
Kathodengitter -
Anodengitter -
Leuchtfaden -
Anode -
strom

Müllamp



Heizstrom
Müllamp

Fig. 137

Tabelle 29 (dazu Fig.38).

Effekt an der Anode. Leuchtstrom 482 mA.

Heisstr.d. Kathode mA.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Mittel d. Diff. $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$
140	5	2	3
141	4	6	5
142	3	3	3
143	1	11	1
144	1	0	0
145	0	4	2
146	17	5	11
147	8	3	5
148	2	1	1
149	20	0	10
150	1	11	6
151	39	17	28
152	22	10	16
153	15	29	22
154	30	41	35
155	28	37	32
156	30	21	25
157	4 x 12	4 x 8	40
158	4 x 16	4 x 13	60
159	4 x 28	4 x 8	72
160	4 x 24	4 x 8	64

Photostrom der
Anode

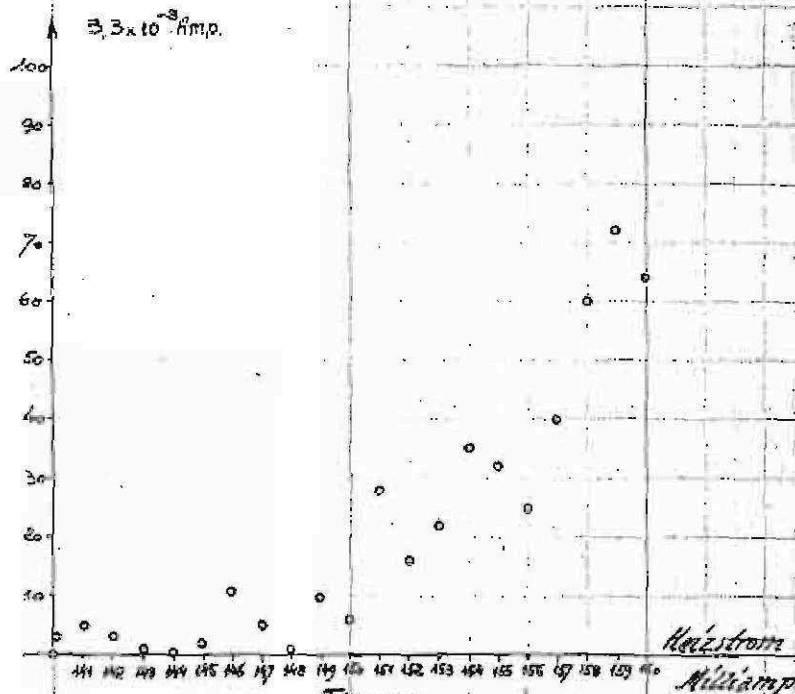


Fig. 38.

Photostrom des
Anodengitters

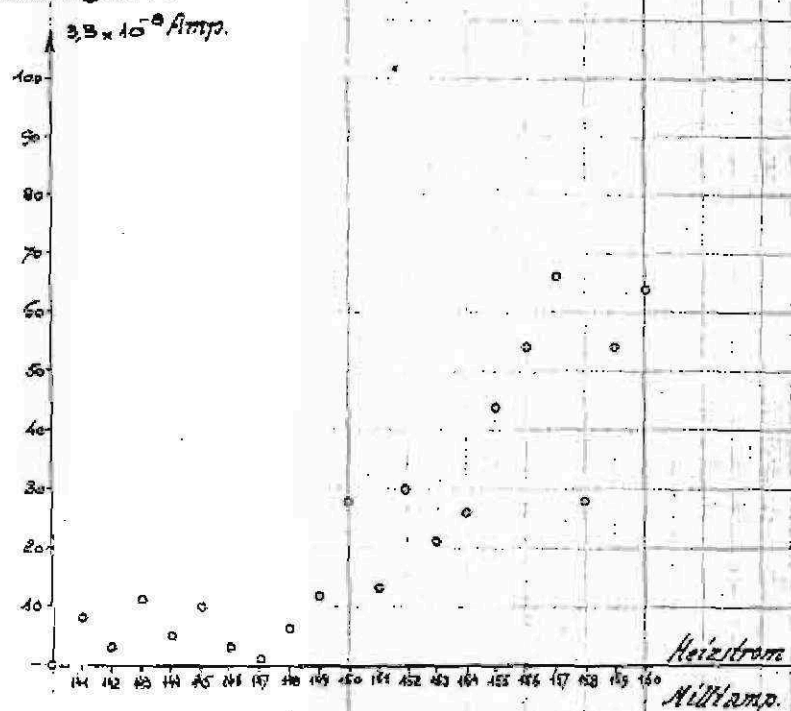


Fig. 39.

Tabelle 80 (dazu Fig. 89).

Effekt am Anodengitter. Leuchtstrom 482 mA.

Heizstr.d. Kathode mA.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Mittel d. Diff. $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$
140	0	0	0
141	10	6	8
142	5	0	3
143	12	10	11
144	9	2	5
145	6	15	10
146	5	0	3
147	0	2	1
148	7	6	6
149	22	3	12
150	16	40	28
151	15	11	13
152	28	32	30
153	17	25	21
154	40	13	26
155	60	28	44
156	35	78	54
157	4 x 22	4 x 16	76
158	4 x 12	4 x 2	28
159	4 x 10	4 x 8	54
160	4 x 20	4 x 12	64

Tabelle 31 (dazu Fig.40).

Effekt am Leuchtfaden. Leuchtstrom 482 mA.

Heizstr.d. Kathode mA.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Mittel d. Diff. $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$
150	0	0	0
151	2	0	1
152	0	3	2
153	0	0	0
154	3	1	2
155	2	4	3
156	12	6	9
157	15	8	11
158	0	4	2
159	27	17	22
160	28	19	23

Tabelle 32 (dazu Fig.41).

Effekt an der Anode. Leuchtstrom 386 mA.

Heizstr.d. Kathode mA.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Mittel d. Diff. $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$
148	0	0	0
149	4	2	3
150	8	2	5
151	6	16	11
152	10	2	6
153	5	11	8
154	20	8	14
155	9	22	10
156	23	10	16
157	26	13	19
158	15	12	13
159	22	13	17
160	11	31	21

Photostrom des
Leuchtfadens

3.5×10^{-8} Amp.

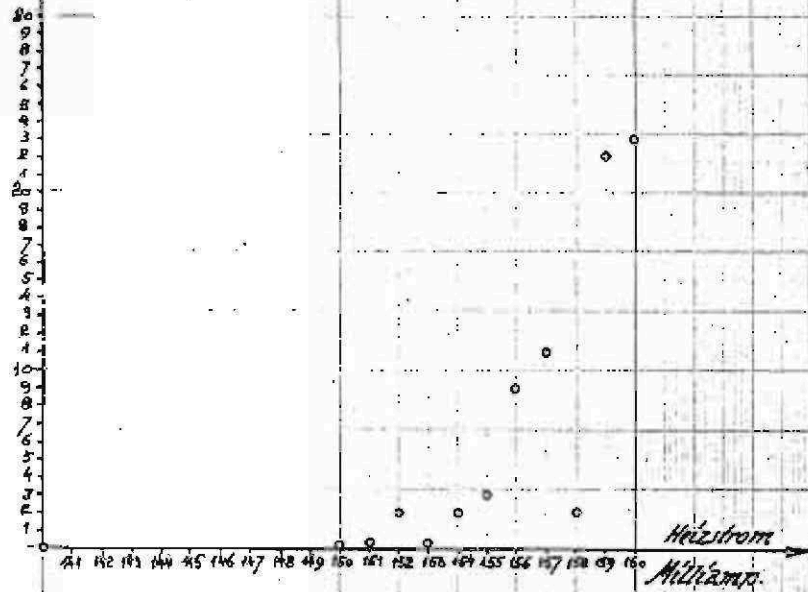


Fig. 4a

Photostrom der
Anode

5.0×10^{-8} Amp.

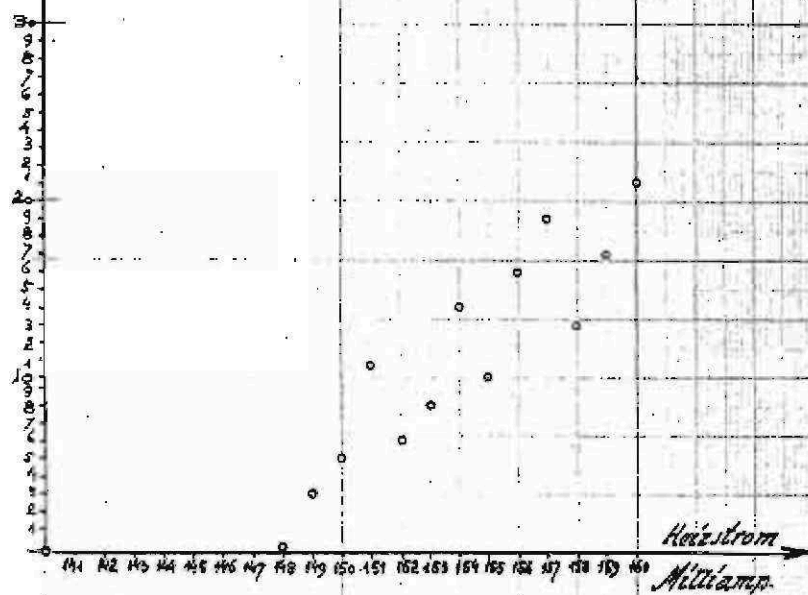


Fig. 4b

Tabelle 33 (dazu Fig. 42).

Effekt am Anodengitter. Leuchtstrom 886 mA.

Heizstr.d. Kathode mA.	Beleuchtg. ein $3 \cdot 3 \times 10^{-8} \text{A}$	Beleuchtg. aus $3 \cdot 3 \times 10^{-8} \text{A}$	Mittel d. Diff. $3 \cdot 3 \times 10^{-8} \text{A}$
148	0	0	0
149	0	0	0
150	4	2	3
151	2	8	10
152	4	28	16
153	8	10	9
154	12	5	8
155	10	13	11
156	16	9	12
157	18	23	20
158	25	2	13
159	16	20	19
160	18	37	26

Tabelle 34 (dazu Fig. 43).

Effekt am Leuchtmäßen. Leuchtstrom 886 mA.

Heizstr.d. Kathode mA.	Beleuchtg. ein $3 \cdot 3 \times 10^{-8} \text{A}$	Beleuchtg. aus $3 \cdot 3 \times 10^{-8} \text{A}$	Mittel d. Diff. $3 \cdot 3 \times 10^{-8} \text{A}$
150	0	0	0
151	0	0	0
152	6	4	5
153	0	1	0
154	2	5	3
155	10	0	5
156	3	1	2
157	8	7	7
158	10	8	9
159	17	6	11
160	17	11	14

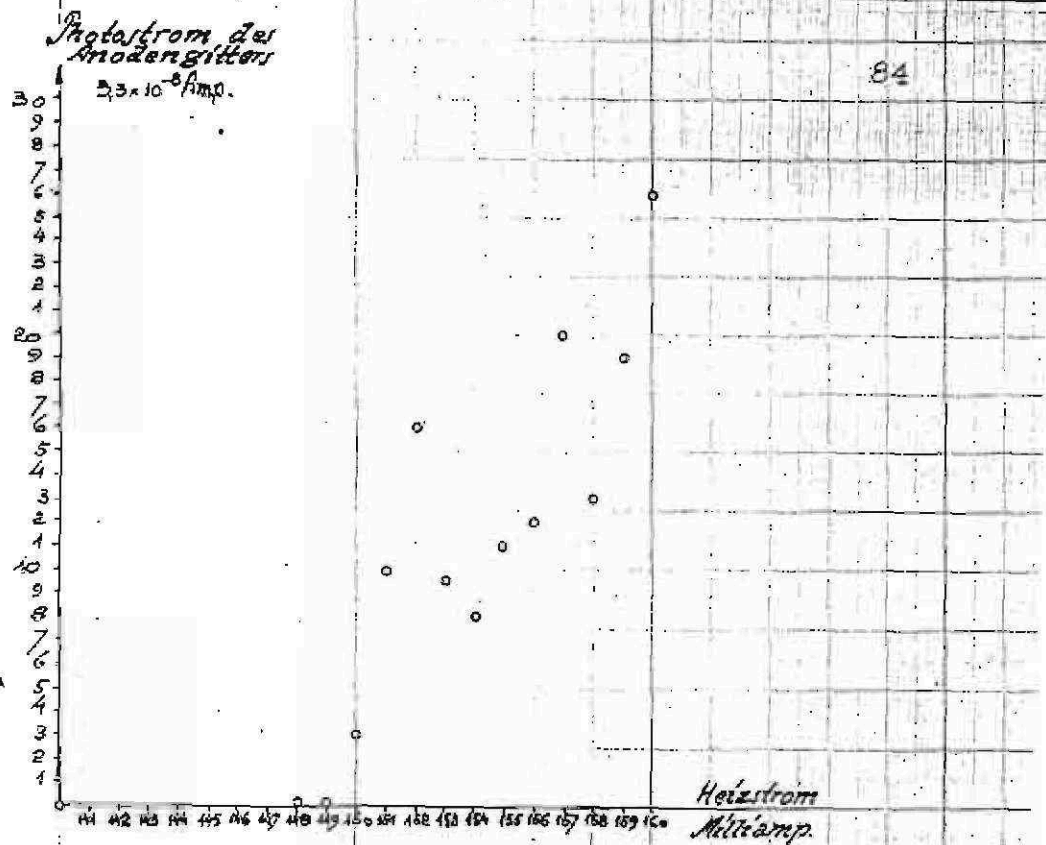


Fig. 42.

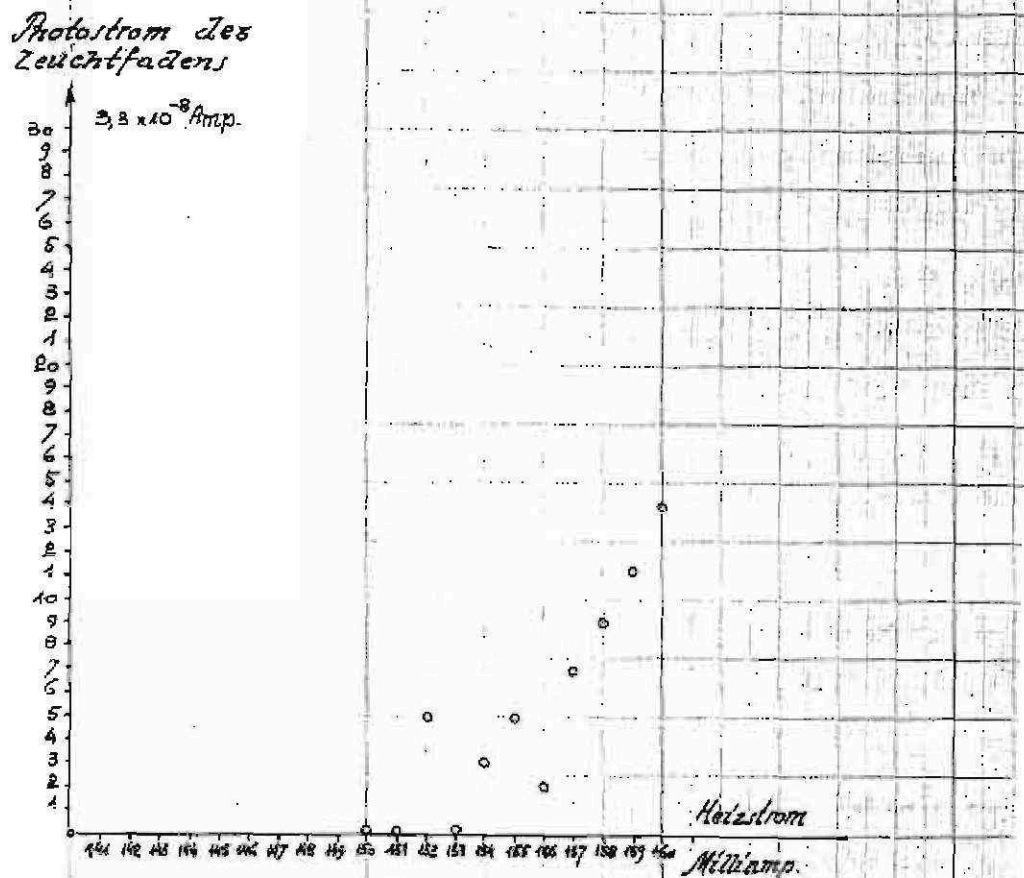


Fig. 43.

Tabelle 35 (dazu Fig.44).

Effekt an der Anode. Lichtstrom 337 mA.

Heizstr.d. Kathode mA.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Mittel d. Diff. $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$
150	0	0	0
151	0	0	0
152	1	0	1
153	0	0	0
154	0	1	1
155	0	0	0
156	2	2	2
157	5	7	6
158	7	8	8
159	8	6	7
160	12	8	10

Tabelle 36 (dazu Fig.45).

Effekt am Anodengitter. Lichtstrom 337 mA.

Heizstr.d. Kathode mA.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$	Mittel d. Diff. $3'3 \times 10^{-8} \text{A.}$
150	0	0	0
151	0	0	0
152	4	0	2
153	0	0	00
154	4	1	2
155	2	0	1
156	5	7	6
157	8	2	5
158	12	13	13
159	7	9	8
160	16	7	11

Photostrom der
Anode

33×10^{-8} Amp.

13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160

Heistrom
Milliamp.

Fig. 44.

Photostrom der
Anodengittern

33×10^{-8} Amp.

13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160

Heistrom
Milliamp.

Fig. 45.

Tabelle 37 (dazu die Fig. 46, 47, 48).

Effekte an der Anode in $9'3 \times 10^{-8}$ Amp. als Funktion
des Kathodenstromes (Milliampère).

Kath.-Str. mA.	L e u c h t s t r o m		
	482 mA.	386 mA.	337 mA.
0'24	3	0	0
0'25	5	0	0
0'27	3	0	0
0'32	1	0	0
0'36	0	0	0
0'40	2	0	0
0'45	11	0	0
0'48	5	0	0
0'53	1	0	0
0'60	10	3	0
0'65	6	5	0
0'73	28	11	0
0'76	16	6	1
0'86	22	5	0
0'95	35	14	1
1'05	32	10	0
1'10	25	16	2
1'20	40	19	6
1'30	60	13	6
1'40	72	17	7
1'5	64	21	10

Photostrom der
Anode

$9,3 \times 10^{-8}$ Amp.

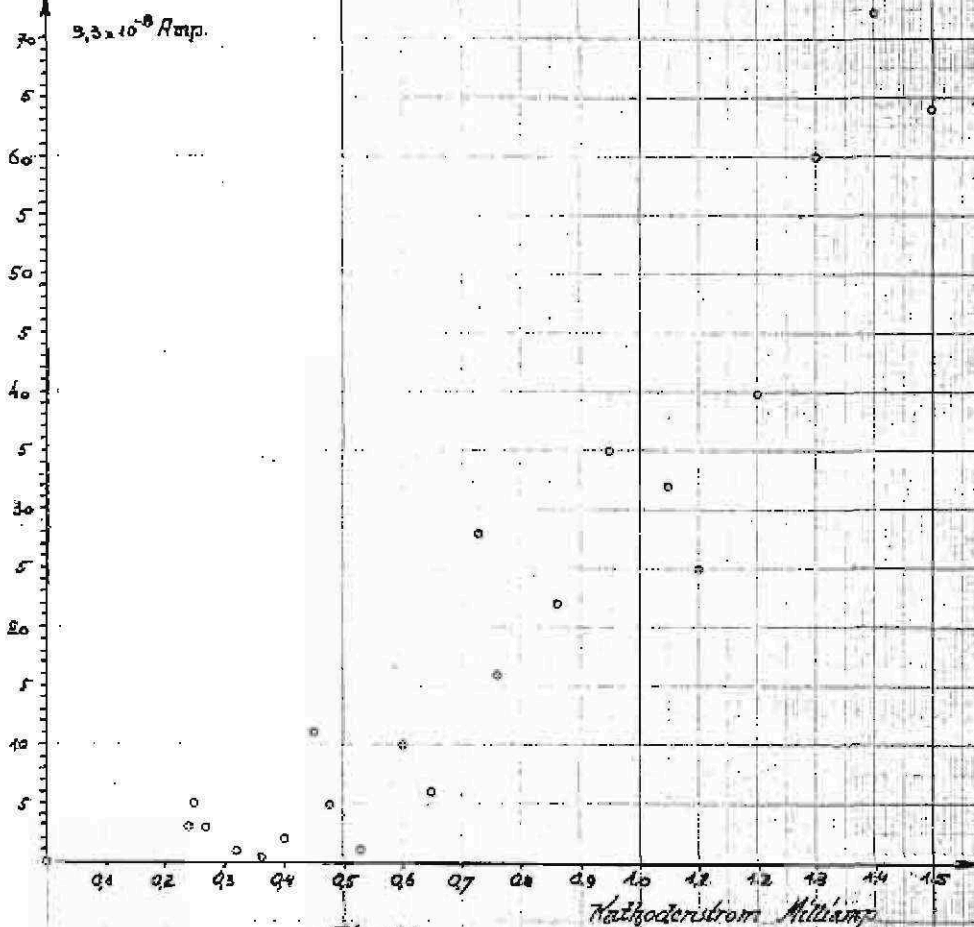


Fig. 46.

Photostrom der
Anode

$3,3 \times 10^{-8}$ Amp.

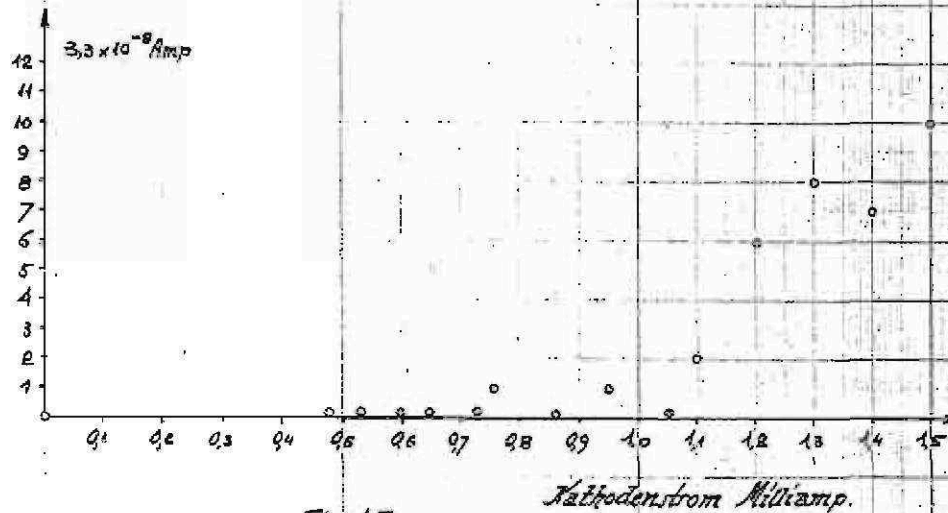


Fig. 47.

Tabelle 38 (dazu Fig.50).

Effekte an der Anode in $3'3 \times 10^{-8}$ Amp. als Funktion
des Leuchtstromes (mA.). Kath.-Str.konstant=1'5 mA.

Leuchtstr. mA.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8}$ A.	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8}$ A.	Mittel d.Diff. $3'3 \times 10^{-8}$ A.
241	3	1	2
265	8	4	6
289	6	9	7
313	5	10	7
337	13	7	10
361	18	13	15
386	29	13	21
410	27	21	24
437	38	28	33
458	46	33	39
482	4 x 16	4x 16	64

Tabelle 39 (dazu Fig.49).

Effekt an der Anode in $3'3 \times 10^{-8}$ Amp. als Funktion
des Leuchtstromes (mA.). Kath.-Str.konstant=0'76 mA.

Leuchtstr. mA.	Beleuchtg. ein $3'3 \times 10^{-8}$ A.	Beleuchtg. aus $3'3 \times 10^{-8}$ A.	Mittel d.Diff. $3'3 \times 10^{-8}$ A.
241	0	0	0
265	0	0	0
289	2	0	1
313	2	0	1
337	3	0	1
361	2	6	4
386	7	4	6
410	10	5	7
437	10	15	12
458	19	10	14
482	18	13	16

Photostrom der Anode

$3,3 \times 10^{-8}$ Amp.

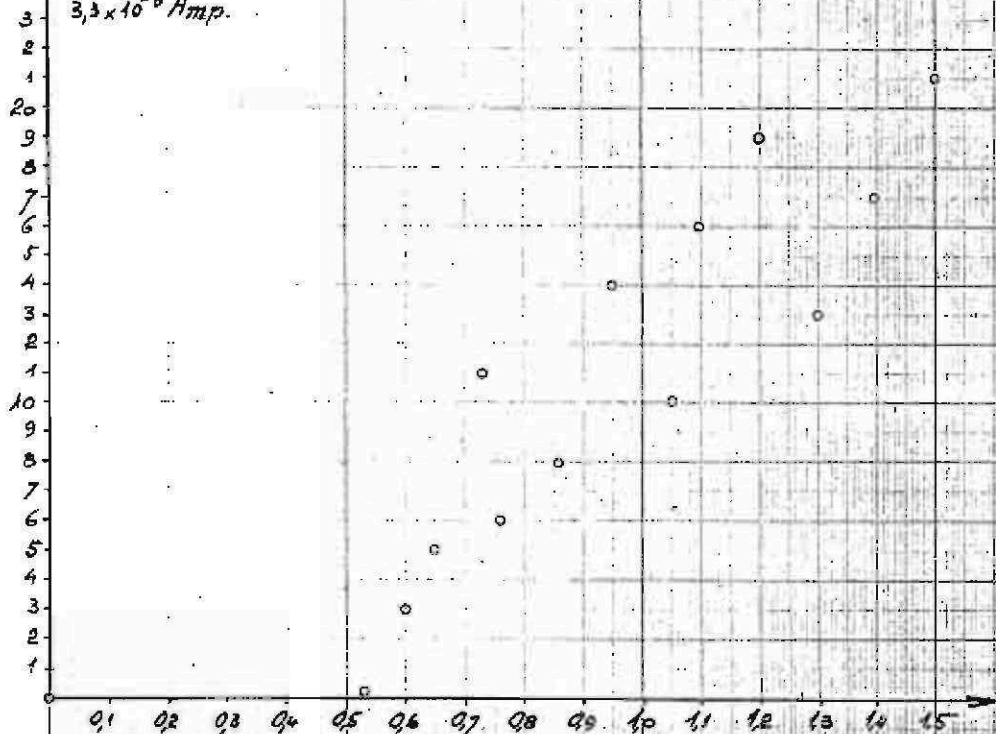


Fig. 48.

Kathodenstrom Milliamp.

Photostrom der Anode

$3,3 \times 10^{-8}$ Amp.

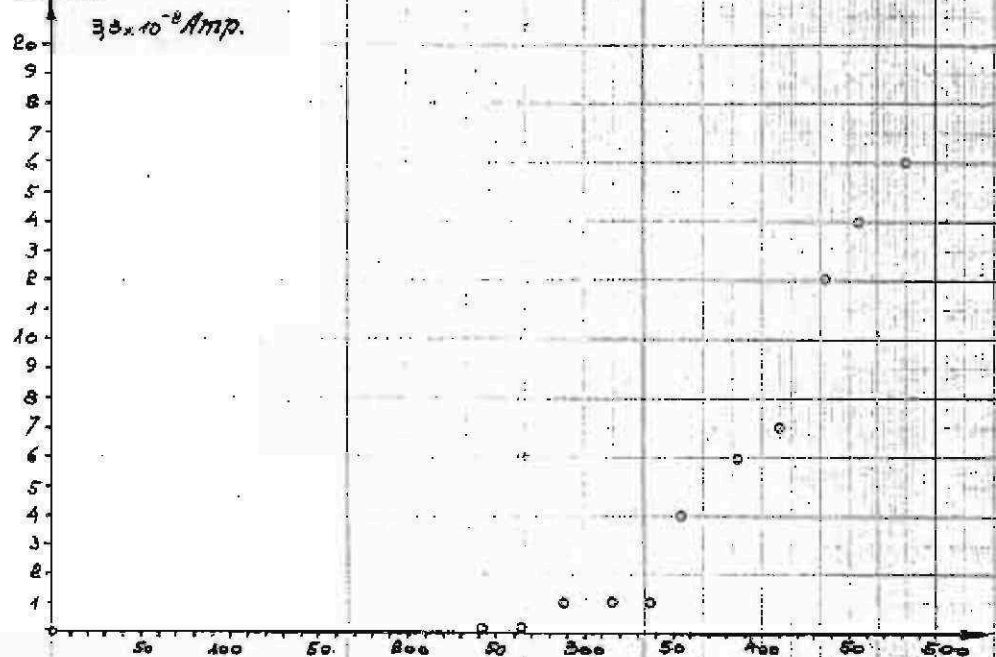


Fig. 49.

Leuchtstrom Milliamp.

Photostrom der
Anode

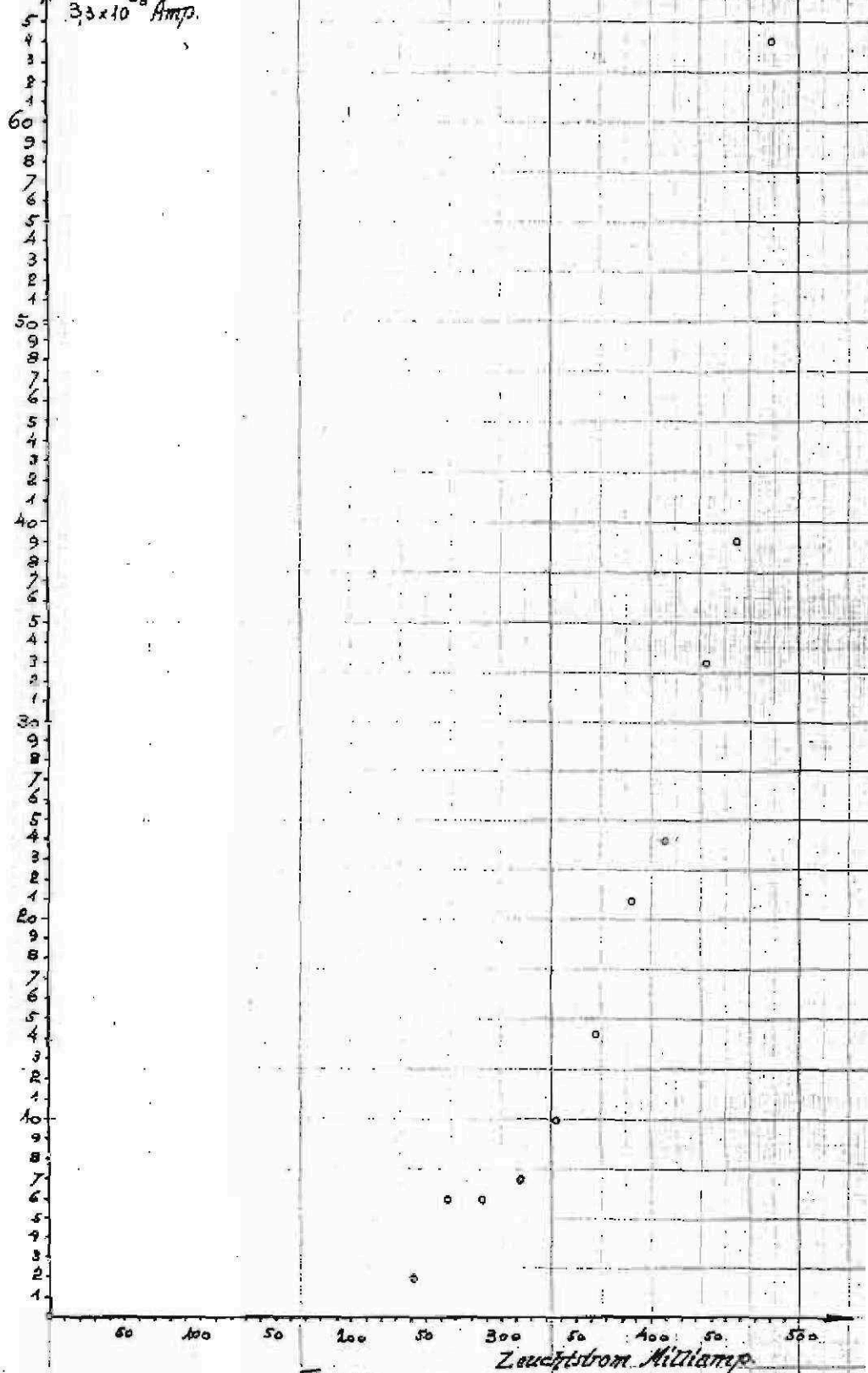
3.3×10^{-8} Amp.

5
4
3
2
1
60
9
8
7
6
5
4
3
2
1
50
9
8
7
6
5
4
3
2
1
40
9
8
7
6
5
4
3
2
1
30
9
8
7
6
5
4
3
2
1
20
9
8
7
6
5
4
3
2
1
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

50 100 50 100 50 100 50 100 50

Zeuchstrom Millamp

Fig. 50.



Schlußbemerkung.

Ein Kriterium dafür, daß es sich bei den untersuchten Erscheinungen um den Photoeffekt handelt, ist darin zu finden, daß der Effekt nicht auftritt (jedenfalls mit dem zur Verfügung stehenden Instrument der angegebenen Empfindlichkeit nicht meßbar ist), falls der Kathodenheizstrom abgeschaltet und dadurch die Elektronenemission der Kathode eingestellt wird, während die Spannungsverhältnisse unverändert bleiben und außerdem weist das rasche Ansteigen des Effektes aus Null bei Beginn der Hellrotglut des Leuchtfadens ebenfalls auf den photoelektrischen Effekt hin.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1.) Aus den Versuchen ergibt sich, daß der lichtelektrische Effekt durch gleichzeitiges Bombardieren der emittierenden Platte mit Elektronen ganz erheblich verstärkt wird. Der normale lichtelektrische Effekt hat die Größenordnung 10^{-11} - 10^{-9} Ampère (Elster und Geitel: Proportionalität von Lichtstärke und Photostrom an Alkalimetallzellen, Phys. Ztschr. 1913, und H. Rosenberg, Sternphotometrie mit Photozelle und Verstärkeröhre, "Die Naturwissenschaften", 19, 1921), während bei gleichzeitigem Bombardement ein Effekt auftritt, der die

Größenordnung 10^{-5} im besten der untersuchten Fälle hat.

2) Die Verstärkung des normalen lichtelektrischen Effektes ist linear abhängig von der Anzahl der auf die Platte in der Sekunde auffallenden Elektronen. Der Verlauf des Effektes ist sehr wahrscheinlich auch linear abhängig von der absorbierten Lichtmenge so wie der normale Photoeffekt (Elster und Geitel, Phys. Ztschr. 1913).

3) Arnold und Herbert Ives (Proc. of the Nat. Acad. of Sciences Vol. 7, Dec. 15, 1921) belichten in einer Oxyd-Kathodenröhre den Glühdraht mit Licht einer Kohlenbogenlampe durch Linsen aus rotem und blauem Glas (Näheres über die Versuchsanordnung ist nicht angegeben) und konstatieren in beiden Fällen ein Ansteigen des Emissionsstromes bei Beleuchtung. Bei Verwendung von blauem Licht erreicht der Effekt rascher seine endgültige Größe wie bei rotem Licht; das Ansteigen des Effektes, das photographisch beobachtet wurde, ähnelt bei Verwendung von Rotglas dem Einschalten eines zusätzlichen Heizstromes. Untersucht wurden diese Erscheinungen bei Fadentemperaturen von 500 - 800 Grad C. Bei niedrigen Temperaturen der Oxydkathode steigt und fällt der Emissionsstrom mit dem Ein- und Ausschalten der Beleuchtung langsamer wie bei höheren. Über die Größen-

ordnung des Effektes werden keine Angaben gemacht. Die beiden Beobachter haben also gefunden, daß bei Beleuchtung die Elektronenemission der K a t h o d e steigt.

Betrachtet man die in vorliegender Arbeit angeführten Versuchsergebnisse nicht vom Standpunkt der photoelektrischen Erscheinungen, sondern von dem der sekundären Elektronenemission, so ist zu erkennen, daß bei Beleuchtung der Anode eine wesentlich größere Zahl von Sekundärelektronen von ihr weggeschleudert wird als bei Nichtbeleuchtung. Hier stehen die Resultate im Einklang mit den von Arnold und Herbert Ives bezüglich der Primärelektronen gefundenen.

Die vorliegende Arbeit wurde im I. Physikalischen Laboratorium der Technischen Hochschule in Wien ausgeführt und hat Herr Hofrat Prof. Dr. Mache in entgegenkommender Weise einen Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt, wofür ich ihm bestens danke.

Auch Herrn Prof. Dr. F. Aigner der hiesigen Hochschule erlaube ich mir an dieser Stelle für die

Überlassung der Meßinstrumente und Versuchsbehelfe
und auch für seine freundlichen Ratschläge, mit denen
er mir über manche Versuchsschwierigkeit hinweggeholfen
hat, nochmals herzlichst zu danken.

Zug. *f. Kippenhake*