

CIA

FORM NO. 81-61
MAY 1959

CLASSIFICATION SECRET

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

REPORT

INFORMATION REPORT

CD NO.

50X1-HUM

COUNTRY Germany (Russian Zone)

DATE DISTR.

17 May 1951

SUBJECT German Photographic Research

NO. OF PAGES

1

PLACE ACQUIRED

50X1-HUM

DATE OF ACQUIRED

NO. OF ENCLS. (LISTED BELOW)

1 (19 booklets)

SUPPLEMENT TO REPORT NO.

THIS DOCUMENT CONTAINS INFORMATION AFFECTING THE NATIONAL DEFENSE OF THE UNITED STATES WITHIN THE MEANING OF THE ESPIONAGE ACT 50 U.S.C. 31 AND 32 AS AMENDED. ITS TRANSMISSION OR THE REVELATION OF ITS CONTENTS IN ANY MANNER TO AN UNAUTHORIZED PERSON IS PROHIBITED BY LAW. REPRODUCTION OF THIS FORM IS PROHIBITED.

THIS IS UNEVALUATED INFORMATION

50X1-HUM

- Attached are documents describing the findings in various phases of photographic research undertaken by the German Tonfilm-Forschungsgesellschaft in Delft, Holland, and in Berlin, Germany, in 1943 and 1944. Two German scientists, Dr. Kurt Maetzig and Dr. Ingrid M. Keller whose work is represented here, are at present actively engaged in research for DEFA (Deutsche Film AG.) in East Berlin.

50X1-HUM

CLASSIFICATION SECRET

STATE	NAVY	NSRB	DISTRIBUTION						
ARMY	AIR					OSI	Ev		

50X1-HUM

Page Denied

REPRINT FROM
Sonderabdruck aus

Zeitschrift für wissenschaftliche Photographie
JOURNAL OF SCIENTIFIC PHOTOGRAPHY,

42. Band, Heft 4-7 - 1943

VOL. 42, NO. 4-7, JULY, 1943

VERLAG VON JOHANN AMBROSIOUS BARTH IN LEIPZIG

PUBLISHING HOUSE OF A

Printed in Germany

Ⓢ

Untersuchungen
an chromalaunhaltigen Härtefixierbädern

Von I. M. Keller und K. Maetzig

Mit 9 Abbildungen im Text

WITH 9 ILLUSTRATIONS

"INVESTIGATION OF CHROME-ALUM HARDENING
AND FIXING BATHS."
(WITH RESPECT TO PHOTOGRAPHIC PROCESSING)

SECRET

Ausgehend von einem praktischen Bedürfnis der Filmbearbeitungstechnik setzten wir uns zum Ziel, ein betriebsgeeignetes kombiniertes Fixier- und Härtebad für Kinofilm zu entwickeln. Die Anwendung solcher Bäder zeigt große praktische Schwierigkeiten, deren Entstehung wohl auch theoretisch noch ungenügend geklärt ist.

So verzichteten sogar Crabtree und Russell¹⁾, die auf diesem Gebiet wohl die größten Erfahrungen besitzen ²⁾ und ³⁾, auf Anwendung kombinierter Bäder, weil die Härtewirkung der Bäder zu schnell und lange vor der Fixiererschöpfung verloren geht und empfehlen statt dessen ein Unterbrechungsbad aus einer 2—3%-igen Chromalaunlösung, das nach dem Entwicklungsvorgang angewandt werden soll. Dieses Unterbrechungsbad soll, da die Härtewirkung stark von dem p_H -Wert des Bades abhängt, auf $p_H = 4,0$ für neutralen Film gehalten werden und auf $p_H = 3,8$ bis $3,0$ für alkalischen Film, denn für jedes mehr als 0,5% Chromalaun enthaltende Bad sollen die Härteeigenschaften in jenem p_H -Bereich konstant bleiben. Dieser p_H -Bereich wird durch Zusatz von Schwefelsäure jeweils wieder eingestellt. Die Härteeigenschaften der Bäder hängen nach den Erfahrungen von Crabtree vor allem von der Azidität des Bades und Alkalität des Filmes, von den Alter des Bades und der Einschleppung des Entwicklers und von der Dauer des Verweilens des Films in dem Bade ab.

Unsere Versuche fußen auf diesen Arbeiten und bestätigen einen Teil dieser Ergebnisse. Wir konnten jedoch eine Reihe weiterer Faktoren auffinden, von denen die Härteeigenschaften von chromalaunhaltigen Fixierbädern abhängen und wollen insbesondere einen Weg zur Herstellung und Anwendung eines betriebsgeeigneten kombinierten Härtefixierbades mit Chromalaun angeben, den wir hoffen gefunden zu haben. Außerdem möchten wir

I. M. Keller u. K. Maetzig: Untersuchungen an chromalaunhaltigen usw. 99

eigenes Versuchsmaterial mitteilen, das vielleicht dazu beitragen könnte, einige der vielen damit in Zusammenhang stehenden Fragen zu klären.

Ein Ziel unserer Arbeit war, Abhilfe für die in der Filmbearbeitungstechnik häufig auftretende Trocknungsschwierigkeit des Kinofilms zu schaffen. Oft reicht die Durchlaufzeit des Film in den Trockenschränken der Filmentwicklungsmaschinen bei der von den Rohfilmfabriken vorgeschriebenen Temperatur von 30° C nicht aus, um den Film zu trocknen. Es ist durch die meist konstante Geschwindigkeit des Filmablaufs und durch die feste Länge des Filmwegs in dem Trockenschrank nicht möglich, die Trocknungszeit zu erhöhen. So bleibt nur der Ausweg, höhere Trocknungstemperaturen anzuwenden, was aber die Gefahr mit sich bringt, daß die Filmschicht zu schmelzen beginnt und die Filmunterlage spröde wird und den Anforderungen des wiederholten Durchlaufs in den Vorführgeräten nicht mehr genügt, so daß Risse, besonders im Perforationslochbereich auftreten, was insbesondere bei Acetyllulosefilm leicht geschieht.

Darum suchten wir nach einem Verfahren, den Film für höhere Temperaturen zu stabilisieren oder ihn rascher trockenbar werden zu lassen und ihn gleichzeitig gegen mechanische Beanspruchungen, Verkratzungen und dergleichen widerstandsfähiger zu machen.

Als geeignet erschienen uns darum solche Verfahren, die eine zu starke Wasseraufnahme der Filmschicht bei dem der Trocknung vorhergehenden Wässern verhindern, nämlich die Härtungsverfahren, die die Quellung der Gelatine herabsetzen. Wie Ssolowjew⁴⁾ feststellte, besteht ein Zusammenhang zwischen Quellbarkeit der Gelatine und ihre Schmelztemperatur und für den zu zweit genannten Zweck des Schutzes gegen mechanische Beanspruchungen beziehen wir uns auf Willcock⁵⁾, der seine Härtebäder Schutzlösungen gegen Verkratzung nennt.

Bekannt sind die Härtungsverfahren seit langer Zeit, Carbutt⁶⁾ beschreibt sie bereits 1895, jedoch bedarf der Mechanismus der Gelatinehärtung noch weiterer Klärung, wie die modernen Untersuchungen von Rousselot⁷⁾ an Gelatinelösungen zeigten.

Wir vermuteten, daß ein Zusammenhang zwischen dem isoelektrischen Punkt der Gelatine, der für reine Gelatine bei $p_H = 4,7$ liegt [Loeb, Jacques⁸⁾], und dem Härtungsmaximum des Films bestünde, denn nach Michaelis⁹⁾ stellt dieser ungeladene Zustand

eines Kolloids ein Maximum der Erstarrungsfestigkeit und ein Minimum der Quellung dar. Da das Quellungsmaximum jedoch sehr nahe an diesem Punkt liegt, bei $p_H = 3,2$, so wurde vermutet, daß die Härtungsbäder verschiedenen p_H -Wertes einen sehr steilen Anstieg der Härte mit dem p_H -Wert zeigen würden, und daß darum die Kontrolle des p_H -Wertes eine große Bedeutung bei unseren Untersuchungen haben würden. Darum wählten wir statt der colorimetrischen, von Crabtree¹⁾ empfohlenen Messung mit Bromphenolblau, die bei der starken Eigenfärbung unserer chromalaunhaltigen Fixierbäder Schwierigkeiten machte, lieber die potentiometrische Messung des p_H -Wertes mit dem Ultra-Ionographen von Lautenschläger und der Glaselektrode. Messungen mit der Glaselektrode an Gelatine sind von Rousselot ausführlich¹⁰⁾ beschrieben. Emmermann¹¹⁾ empfiehlt neben der Glaselektrode für betriebliche Zwecke auch die Antimonelektrode.

Vielleicht würde die Beachtung dieser Zusammenhänge — vorausgesetzt, daß unsere Vermutung zuträfe — bereits bei der Emulsionsherstellung eine Beeinflussung der Quellungsfähigkeit der Schicht ermöglichen in solchen Grenzen, daß sie die Tiefenentwicklung der Schicht nicht stört. Jedoch werden die p_H -Werte photographischer Gelatinen auf andere, vom isoelektrischen Punkt verschiedene Werte gehalten [s. Rousselot¹⁰⁾] und uns ist nur von der „Isoelektrischen Gelatine“ von Kodak bekannt, daß sie auf diesen Wert eingestellt ist.

Für unser betriebsgeeignetes Härtungsfixierbad wollten wir gerne die Chemikalien verwenden, die in großen Mengen industriell anfallen, andererseits dürfen die Lösungen den Betrieb der Maschinen nicht durch Ausscheiden fester oder Ausflocken kolloidaler Stoffe gefährden. Wir wählten Chromalaun $K[Cr(SO_4)_2] \cdot 12H_2O$, das noch kräftigere Gerbeeigenschaften als Kalialuminiumalaun besitzt. Die von uns erstrebten Härten (gemessen als Fließtemperatur der Gelatine) sollten jedoch nicht 100° erreichen, sondern fußend auf den Angaben von Chater¹²⁾, der Gelatinehärten durch Chromalaun über $55^\circ C$ als Überhärtung mit Schrumpfungerscheinungen erkannte, wollten wir nur Härten unter der Grenze von $60^\circ C$ erzielen.

Bei der Zusammensetzung unseres Bades bedienten wir uns der von Crabtree²⁾ festgestellten Tatsache, daß die Konzentration des Fixiermittels selbst keinen Einfluß auf die Härteeigenschaften des Bades hat. Wir arbeiteten daher bei allen Versuchen mit einer

I. M. Keller u. K. Maetzig: Untersuchungen an chromalaunhaltigen usw. 101

konstanten Konzentration von 20% Natriumthiosulfat. Als Säure verwandten wir die sogenannte Bisulfidlauge des Handels, die 30 bis 35% NaHSO_3 und einen Überschuß an schwefliger Säure enthält und im folgenden stets als Bisulfitlösung bezeichnet wird (D. 1,25). Wie später noch ausgeführt wird, hat gerade diese Säure gegenüber einer Reihe anderer untersuchter organischer Säuren besonders günstigen Einfluß auf die Eigenschaften des Bades. Als dritten Bestandteil des Bades, der Verbindung, die der Ausscheidung von Schwefel aus dem Fixiernatron durch die Säure entgegenwirkt, wählten wir Natriumsulfit und konnten gerade hiermit interessante Beeinflussungen der Härtewirkung durch Anwendung verschiedener Konzentrationen zeigen. Ihre Wirkung besteht vielleicht nicht nur darin, „die Wasserstoffionenkonzentration in der Weise zu puffern oder zu verringern, daß sie unterhalb der Grenze liegt, bei der Schwefel aus dem Fixiernatron durch die Säure freigemacht wird.“²⁾ Als vierten Bestandteil setzten wir Chromalaun zu. Die Substanzen wurden in durch Permutitfilter enthärtetem Wasser gelöst.

Das Auflösen muß in der Reihenfolge: Fixiernatron, Natriumsulfit, Bisulfitlösung, Chromalaun erfolgen, dann kann das Ansatzwasser auch beliebig hohe Temperaturen besitzen. Es wurde jedoch nicht über 60° C gewählt, da Crabtree¹⁾ bei Ansatzwasser über 65° C eine zu starke Hydrolyse des Alauns und Rückgang der Härteeigenschaften festgestellt hat. Das Chromalaun soll nie direkt nach dem Fixiernatron gelöst werden, da sonst sofort starke Ausscheidungen erfolgen und die klar smaragdgrüne Lösung milchig trübe wird. Als besonders wirksamen Zwang dieser Vorschrift sehen wir darum die Arbeit der Cyanamid-Co.¹³⁾ an, die die verwendeten Chemikalien in der entsprechenden Reihenfolge zu einem Würfel einschmilzt, in dessen Mitte sich das Chromalaun befindet und in dieser Form keine andere als die richtige Auflösungsreihenfolge zuläßt.

Arbeitsweise.

Die Versuche zur Ermittlung der Trockenzeit wurden mit bildmäßig belichteten Teststreifen auf Normalpositivfilm durchgeführt, und zwar verwendeten wir für die in Abb. 1—4 dargestellten Versuche Zeiß-Ikon Positiv auf Acetylzelluloseunterlage einer einheitlichen Emulsionsnummer. Wir entwickelten die Streifen im Laboratorium jeweils 3 Minuten im Positiventwickler (bestehend aus 3⁰/₀₀ Hydrochinon, 1,5⁰/₀₀ Metol, 20⁰/₀₀ Natriumsulfit, 14⁰/₀₀ Soda, 0,5⁰/₀₀

Bromkalium), ließen 1 Minute wässern und 4 Minuten im Härtefixierbad fixieren und härten. Crabtree¹⁾ wählte 3 Minuten als Verweilzeit in seinem Härtebad, wobei das Härtemaximum im allgemeinen erreicht war. Wir richteten uns nach den in den Maschinen vorliegenden Verhältnissen. Sodann wässerten wir die Prüfstreifen 3 Minuten.

Um einen möglichst geringen Fehler in die Bestimmung der Trockenzeiten zu bringen, mußten wir besondere Sorgfalt auf das Abstreifen der gewässerten Filme legen und verfahren schließlich so, daß wir jede Minute zwei Streifen durch einen sogenannten Gummilippenabstreifer zogen, wie sie in den Filmentwicklungsmaschinen angebracht sind, und dann gründlich mit einem Lederlappen abwischten, ehe wir sie auf ein Trockengestell hingen. Die Trocknung erfolgte bei Zimmertemperatur in unbewegter Luft. Die Streifen waren stets flecken- und blasenfrei. Wir maßen die Verkürzung der Trockenzeit von jeweils 16 in einer Versuchsserie gehärteten Streifen gegenüber der Trockenzeit des gleichzeitig mitentwickelten und fixierten, aber ungehärteten Streifens und stellten nur diese Werte gegeneinander. Sodann maßen wir die Härte der Prüfstreifen in einem langsam erwärmten Wasserbad als diejenige Temperatur, bei der die Schicht für leichtes, ohne Druck erfolgreiches Wischen mit einem Porzellanspachtel leicht verletzlich war. Diese primitiv erscheinende Methode ist mit einer Genauigkeit von $\pm 1^\circ$ reproduzierbar und hat sich als sehr zuverlässig erwiesen. Der sich in den Bädern nach einer Woche Aufbewahrungszeit bildende Niederschlag wurde durch Wägung ermittelt, sowie der p_H -Wert zu diesem Zeitpunkt mit der Glaselektrode gemessen.

Ergebnisse.

Trockenzeitverkürzung in Bädern verschiedenen Chromalaungehalts.

Wir beobachteten in den Bädern, die 20% Natriumthiosulfat, 1% Natriumbisulfatlösung und 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1,0, 1,2, 1,4, 1,6, 1,8 oder 2% Chromalaun enthielten, eine lineare Abhängigkeit der Trockenzeitverkürzung von der Chromalaunkonzentration bis 1% (vgl. Abb. 1).

Über 1% Chromalaun streuen die Meßwerte so stark, daß sich eine Mittelung nicht mehr rechtfertigen ließ. Die Meßpunkte sind Mittel aus Messungen an durchschnittlich 8 Prüfstreifen.

I. M. Keller u. K. Maetzig: Untersuchungen an chromalaunhaltigen usw. 103

Härte in Bädern verschiedenen Chromalaungehalts.

Wir konnten in diesen Bädern ebenfalls einen Anstieg der Härte mit wachsender Konzentration beobachten, bei etwa 2% Chromalaun nähert sich die Härte offenbar einem Grenzwert (vgl. Abb. 2).

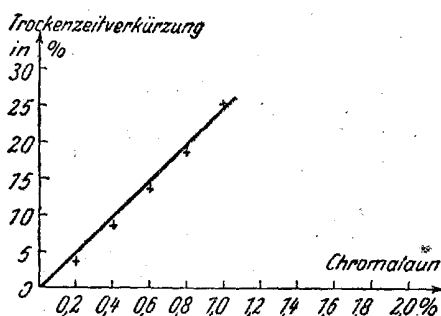


Abb. 1. Abhängigkeit der Trockenzeitverkürzung von gehärtetem Positivfilm von der Chromalaunkonzentration des Härtebades.

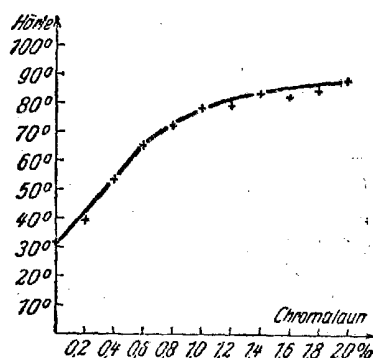


Abb. 2. Abhängigkeit der Härte von Positivfilm von der Chromalaunkonzentration des Härtebades.

Zur Darstellung wurden Mittel aus durchschnittlich 10 Prüfstreifen benutzt. Dieses letztere Ergebnis konnten wir auch in Bädern mit verschiedenem Sulfithalt und Bisulfitlösungsgehalt für 2, 3 und 5% Chromalaun bestätigen, die wir jedoch wegen zu großer Schwefelausscheidung nicht weiter untersuchten. Crabtree¹⁾ beobachtete dagegen, daß die Härtung in Bädern über 0,5% Chromalaun konstant bleibt — allerdings in reinen Chromalaunbädern, nicht Fixier-Härtungsbädern — so daß sich nicht ohne weiteres ein Vergleich ermöglicht.

Wir zogen aus unseren Ergebnissen die praktische Folgerung, im Betrieb mit einem Bad von etwa 1% Chromalaun zu arbeiten, da die Steigerung auf 2% nur einen Härtezuwachs von etwa 10% ergibt.

Untersuchung der Ausscheidung in Bädern verschiedene Zusammensetzung.

Wir untersuchten Härteeigenschaft, Schwefelausscheidung nach einer Woche Aufbewahrungszeit und p_{H} -Wert zu diesem Zeitpunkt folgender Bäder mit 0,5 und 1% Chromalaun, deren drei

Komponenten innerhalb einer Serie konstant blieben, während die Konzentration des Natriumsulfits zwischen 0, 0,4, 0,8, 1,2, 1,6, 2,0, 2,4 und 2,8% für einige Bäder auch zwischen 0,1, 0,2 und 0,3% variiert wurde.

	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 4	Serie 5	Serie 6
Fixiernatron	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Natriumsulfit	0-2,8%	0-2,8%	0-2,8%	0-2,8%	0-2,8%	0-2,8%
Bisulfidlösung	0,5%	1%	2%	0,5%	1%	2%
Chromalaun	1%	1%	1%	0,5%	0,5%	0,5%

Hierbei zeigte sich ein interessanter Zusammenhang zwischen der Konzentration des Natriumsulfits und der erzielten Härte einerseits und dem p_H -Wert der Bäder und ihrer Schwefelausscheidung andererseits (vgl. Abb. 3).

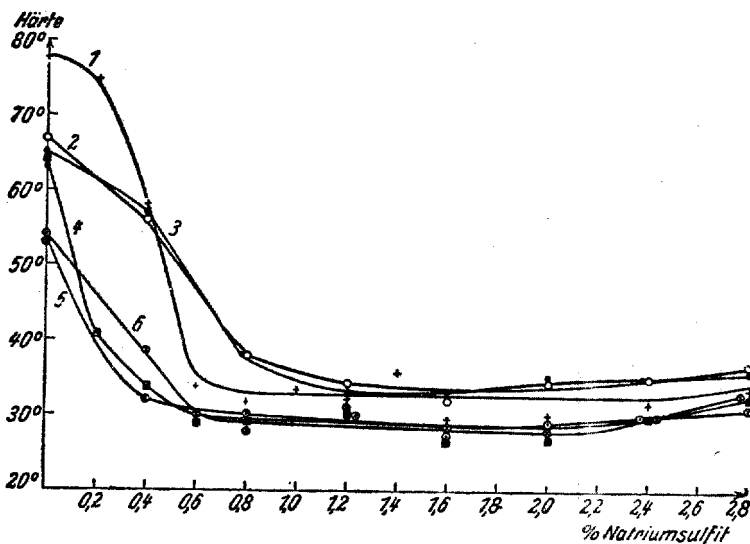


Abb. 3. Härte von Positivfilm in Abhängigkeit von der Natriumsulfitkonzentration der Bäder.

Die Meßpunkte sind Mittelwerte von durchschnittlich je 6 Prüfstreifen. Kurve 1 zeigt den Verlauf der Härten für die Bäder der Serie 1, Kurve 2 diejenigen der Serie 2 usw. In allen 6 Versuchsserien fällt die Härte mit steigender Natriumsulfitkonzentration und erreicht ihren niedrigsten Wert bei 0,8% Natriumsulfit. Oberhalb 0,8% Natriumsulfit bleibt die Härte angenähert konstant, d. h. sie

I. M. Keller u. K. Maetzig: Untersuchungen an chromalaunhaltigen usw. 105

ist gegenüber ungehärteten Schichten nicht mehr gesteigert. Die Menge der Ausscheidungen nun ist am größten in allen Lösungen ohne Sulfitgehalt. Dies ist in Abb. 4a und 4b dargestellt.

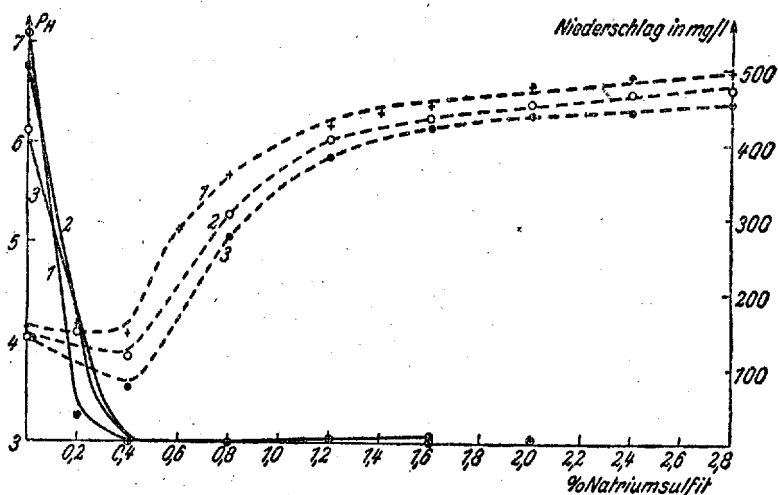


Abb. 4a. p_H und Niederschlagsmenge der Badserien 1, 2 und 3 in Abhängigkeit von der Natriumsulfitkonzentration.

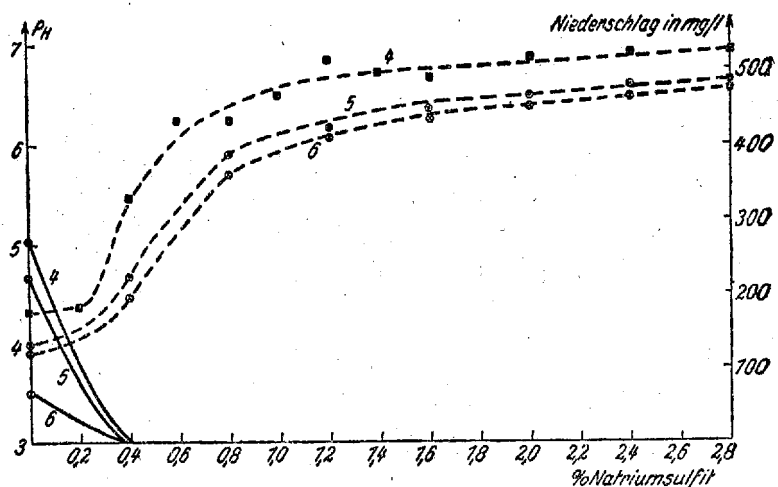


Abb. 4b. p_H und Niederschlagsmenge der Badserien 4, 5 und 6 in Abhängigkeit von der Natriumsulfitkonzentration.

In Abb. 4a und 4b stellen die ausgezogenen Kurven die Niederschlagsmenge in mg/Liter in Abhängigkeit von der Natriumsulfitkonzentration dar. Die gestrichelten Kurven zeigen den Verlauf

der p_H -Werte in Abhängigkeit von der Natriumsulfitkonzentration. Kurve 1 bedeutet stets die ermittelte Niederschlagsmenge bzw. den p_H -Wert in Lösungen der Serie 1, Kurve 2 diejenigen der Serie 2 usw. Meßpunkte sind Mittel aus je drei Versuchswiederholungen. Der Niederschlag besteht aus Schwefel, Metalle konnten nicht nachgewiesen werden. (Sämtliche Niederschlagsbestimmungen sowie die p_H -Wert-Messungen, die in Abb. 4a u. b dargestellt sind, wurden liebenswürdigerweise von dem Laboratorium des Zeiß-Ikon-Filmwerks in Berlin ausgeführt, wofür auch an dieser Stelle gedankt sei.)

Diese Schwefelmengen nehmen nun von ihrem jeweils höchsten Wert für natriumsulfitfreie Bäder in allen sechs Versuchsserien bei geringen Natriumsulfitkonzentrationen rapide ab und erreichen bei etwa 0,4% Natriumsulfit praktisch den Wert Null. Bei höheren Natriumsulfitkonzentrationen zeigten sich keine weiteren Ausscheidungen.

Der Verlauf der p_H -Werte zeigt für die sechs Versuchsserien einen mehr oder weniger stark ausgeprägten Knick, und zwar tritt er interessanterweise eindeutig bei derselben Natriumsulfitkonzentration von 0,4% auf, eben dort, wo die Schwefelausscheidung verschwindet. Auf diesen Knick wird weiter unten noch eingegangen.

Diese Natriumsulfitkonzentration von 0,4% ist also von hohem Interesse und praktischem Wert. Wenn man nämlich die Abb. 3 (Härte in Abhängigkeit von Natriumsulfitkonzentration) gerade für 0,4% prüft, so zeigt es sich, daß die Härte der Prüfstreifen bei dieser Konzentration eine noch erhebliche Größe besitzt. Für Serie I, 2 und 3 besitzt sie an dieser Stelle den Wert von etwa 55°, einen Wert, der nach Chater¹²⁾ (vgl. oben) die obere Grenze für günstige Anwendung darstellt. Gleichzeitig ist die Schwefelausscheidung bei 0,4% auf Null abgefallen. Die Annahme, daß chromalaunhaltige Härtefixierbäder mit Sulfitkonzentrationen höher als 1% irgendwelche günstige Härteeigenschaften aufweisen, erwies sich damit eindeutig als ein Irrtum.

Für die technischen Bäder werden wir darum stets in diesem Konzentrationsbereich von 0,4% Natriumsulfit arbeiten. Dieses Ergebnis zeigt, daß die untersuchten Bäder mit Chromalaungehalt ein wesentlich anderes Verhalten besitzen als die Bäder mit Kalialaun,²⁾ und daß insbesondere Bäder mit sehr geringen Natriumsulfitkonzentrationen das größte Interesse erregen. Für die Zwecke des Betriebs scheint uns die Anwendung von Chromalaun auch deshalb günstiger zu sein als diejenige von Kalialaun, da sie ein Arbeiten mit ver-

I. M. Keller u. K. Maetzig: Untersuchungen an chromalaunhaltigen usw. 107

dünnteren Lösungen und mit geringeren Chemikalienmengen gestattet.

Als betriebsgünstigstes Rezept würde z. B. das Bad der Serie 1 und 2 mit 0,4% Natriumsulfit (KM 14 und KM 24) geeignet sein, wobei wir dem Bad KM 24 mit dem höheren Säuregehalt den Vorzug geben, da es eine höhere Entwicklerkapazität im Sinne von Crabtree¹⁾ erwarten läßt. Die Entwicklerkapazität von KM 23 (0,3% Natriumsulfit) beträgt mindestens 2%, für das 0,4% Natriumsulfit enthaltende Bad KM 24 auch 3%, was für betriebliche Zwecke, wo Zwischenwässerung zwischen Entwickler und Fixierbad vorhanden ist, wohl ausreichend sein dürfte.

Die Härte unserer Prüfstreifen wurde weiterhin in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von Crabtree¹⁾ von der Menge des zugesetzten Entwicklers beeinflußt, jedoch zeigt für unser Bad KM 24 der später beschriebene Erschöpfungsversuch, daß der Rückgang technisch belanglos ist. Wir geben übrigens nicht allein der p_H -Verschiebung bei Entwicklereinschleppung die Schuld am Härterückgang, sondern auch der Änderung des Sulfitgehalts des Bades durch das Sulfit des Entwicklers.

Es lag nahe, durch Zusatz von Puffersubstanzen diese Entwicklerkapazität durch Konstanthalten des p_H -Wertes zu erhöhen, da auch wir der Meinung waren, es hinge die Härte nur davon ab. Jedoch zeigten unsere Versuche eindeutig, daß viele Puffergemische, wie z. B. Dinatriumcitrat und Salzsäure, Milchsäure und Natriumlaktat, Citronensäure und Dinatriumphosphat [aus Kolthoff¹⁴⁾ übernommen] zwar die Entwicklerkapazität erhöhen und sich der p_H -Wert selbst bei Zugabe von 10% Entwickler um nur 0,2 verschiebt, jedoch die Härtewirkung des gepufferten Bades sofort gänzlich zerstört wird. Bei einem Bad KM 24 mit Citratpuffer¹⁴⁾ konnten wir weiterhin auch beobachten, daß die Fixierwirkung gut erhalten blieb, so daß nach Ausfixierung von rund 80 m Positivfilm pro Liter die Fixierzeit von 60 Sekunden auf 120 Sekunden stieg, während die Härte sofort ganz vernichtet wurde. Wir konnten als geeignete Puffergemische nur unser bereits beschriebenes, in den Bädern der Tab. 1 angewandtes Gemisch Natriumsulfit—Natriumbisulfit—schweflige Säure und einen Natriumacetat—Essigsäurepuffer¹⁴⁾ erkennen. Die Härtewirkung zeigte sich in diesen Bädern ganz eindeutig stark p_H -abhängig.

Die ausgezogene Kurve in Abb. 5 stellt den Verlauf der Härte in Abhängigkeit vom p_H -Wert für das Bad KM 24 dar, die gestri-

chelte Kurve für ein Bad folgender Zusammensetzung: 20% Fixiernatron, 0,4% Natriumsulfit, Natriumacetat—Essigsäurepuffer verschiedener Zusammensetzung¹⁴⁾ und 1% Chromalaun. Die Kurven

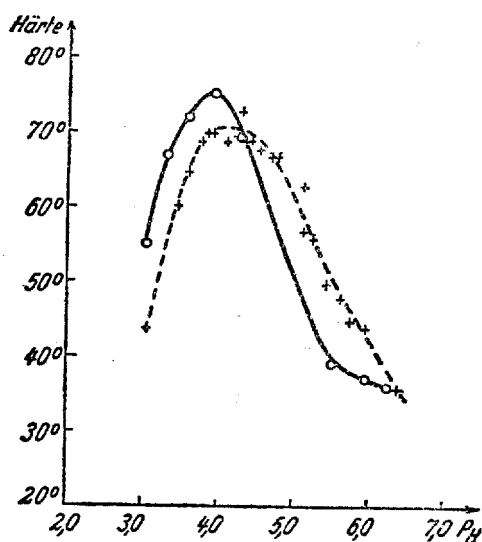


Abb. 5. Abhängigkeit der Härte von Positivfilm von dem p_H des Härtefixierbades.

stimmen mit dem von Sheppard¹⁵⁾ ermittelten Verlauf gut überein, wenn auch unsere Ergebnisse bereits mit geringeren Konzentrationen an Chromalaun vorliegen. Jedoch erwarteten wir das Maximum der Härtewirkung bei $p_H = 4,7$, dem isoelektrischen Punkt, wie in der Einleitung ausgeführt wurde und können die Verschiebung unseres Maximums auf etwa $p_H = 4,0 - 4,3$ nicht deuten, wenn nicht der Reinheitsgrad der Gelatine so beträchtliche Verschiebungen verursacht.

Der in Abb. 4a und 4b gezeigte Knick in dem Verlauf der p_H -Kurven hat seine Ursache in der Veränderung der p_H -Werte mit der Zeit. Die p_H -Werte stellen sich nämlich erst allmählich auf einen festen Wert ein. Dabei ändern sie sich nicht gleichmäßig etwa um einen konstanten Betrag, sondern die Änderung, meist eine Abnahme, zeigte sich von der Natriumsulfitkonzentration abhängig und verändert sich in dem Konzentrationsbereich von 0,4% Sulfit besonders stark, während sie bei sulfittfreien Bädern eine geringe Zunahme erkennen ließ. So wurde bei der groben Abstufung von 0% auf 0,4% Natriumsulfit ein Knick in dem Verlauf der p_H -Kurven beobachtet. Wurden dagegen die Zwischenwerte 0,1%, 0,2% und 0,3% Natriumsulfit gemessen, so zeigte sich ein allmählicher Übergang (Abb. 6). Die ausgezogene Kurve in Abb. 6 stellt den Verlauf der p_H -Werte der Badserie 2 sofort nach Ansatz dar. Die gestrichelte Kurve zeigt diese Werte nach einem Tag. Nach einer Woche haben sich die p_H -Werte nur noch unwesentlich geändert. Wir prüften darum, ob die Härte außer von der aktuellen Acidität

I. M. Keller u. K. Maetzig: Untersuchungen an chromalaunhaltigen usw. 109

auch von der analytischen Säurekonzentration des Bades abhängt. Wie der folgende Versuch zeigt, wurde diese Annahme bestätigt. Unser Bad KM 24 wurde unverändert, sodann bei Kon-

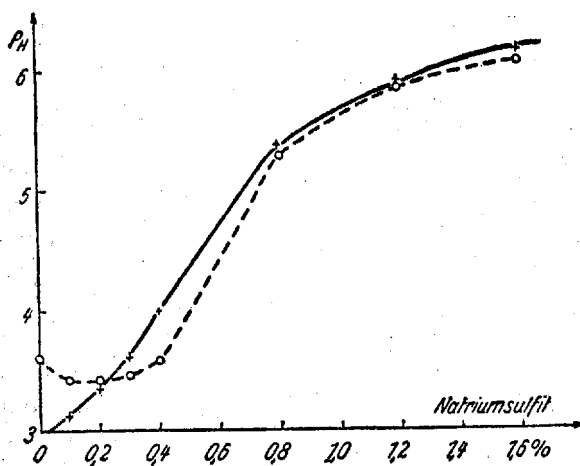


Abb. 6. Veränderung der p_H -Werte mit der Zeit. Bäder Serie 2.

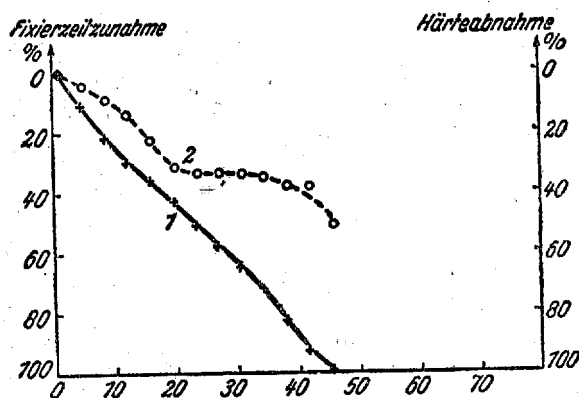


Abb. 7. Härteabnahme und Fixierzeitverlängerung von Positivfilm in Abhängigkeit von der Menge des behandelten Films.

stanthaltung des p_H auf 3,95 in seiner analytischen Säurekonzentration verändert, und zwar wurde sein Bisulfidlösungsgehalt sowie sein Natriumsulfitgehalt schrittweise gesteigert von 1,4%, 3,3% und 10,5% Bisulfidlösung bei gleichzeitigem Vergrößern der Natriumsulfitkonzentration von 0,35%, 0,55% und 1,05%. Hierbei fiel die Härte von 66° auf 45°. In Übereinstimmung mit dieser Beob-

achtung steht auch unser Ergebnis der Härteabhängigkeit von dem Sulfitgehalt des Bades.

Zur Prüfung der Frage, ob sich die Härtewirkung ebensolange wie die Fixierwirkung hält, stellten wir mit unseren Bädern KM 23 und 24 einen Erschöpfungsversuch an und konnten entgegen den bisherigen Erfahrungen feststellen, daß unsere Bäder in beiden Beziehungen eine hohe Beständigkeit besitzen (vgl. Abb. 7).

Kurve 1 zeigt die Abhängigkeit der Fixierzeitverlängerung von der Menge des fixierten Films pro Liter für KM 24. Kurve 2 zeigt die Abhängigkeit der Härteabnahme von der Menge behandelten Films pro Liter für das gleiche Bad. Um die Veränderung dieser beiden Größen miteinander vergleichen zu können, ist die Fixierzeitverlängerung aus den Meßwerten in % berechnet, und zwar wurde die Fixierzeit des frischen Bades von 60" als 0%-ig und diejenige von 200" als 100%-ig erschöpft festgesetzt. Diese Fixierzeit trat bei unserem 20%-igen Bad nach 48 m/Liter auf, was in Übereinstimmung mit den Angaben von E. Lehmann¹⁶⁾ steht, der die Erschöpfung eines 25%-igen Fixierbades nach 60 m/Liter erwähnt. Die Härteabnahme in % wurde in gleicher Weise berechnet. Als 0%-ig wurde die Anfangshärte von 75°, als 100%-ige Härteabnahme die Härte von unbehandeltem Film von rund 30° festgesetzt. Die Kurven 1 und 2 zeigen, daß das in seiner Fixierwirkung erschöpfte Bad eine Härteabnahme von nur rund 50% ergibt. Das gleiche Verhalten beobachteten wir für das Bad KM 23. Diese Beständigkeit konnte unseres Wissens bisher nicht erzielt werden und wird als großer Vorteil bezüglich der Betriebseignung angesehen.

Auch die Alterung zeigte Einfluß auf die Härtewirkung. In unseren Bädern mit Natriumacetat—Essigsäurepuffer verlor sich die Härteeigenschaft nach einem Tag und zwar ging die Härte von etwa 70° auf 30° zurück, während sich das p_H nur in der 2. Stelle nach dem Komma veränderte. Anders ist es bei kalialaunhaltigen Fixierbädern mit Essigsäure, bei denen Crabtree²⁾ keinen Härterückgang beobachtete. Bei unseren Bädern KM 23 und 24 ist dieser Härterückgang bei Alterung noch in technisch brauchbaren Grenzen, nach einer Woche Alterung fiel die Härte von 70° auf 54°.

Die Abb. 8 zeigt die Veränderung der Härte für Bäder der Serie 2 (die ausgezogene Kurve die Härten nach Ansatz der Bäder, die gestrichelte Kurve nach einem Tag). Dieser Härterückgang war von einer p_H -Änderung begleitet (vgl. Abb. 6).

Die vielen praktischen Schwierigkeiten bei der Anwendung

I. M. Keller u. K. Maetzig: Untersuchungen an chromalaunhaltigen usw. 111

chromalaunhaltiger Fixierbäder scheinen uns auf dieser großen Zahl von Abhängigkeiten zu beruhen. Die Beobachtung, daß diejenigen Bäder, welche die auf S. 107 genannten Puffergemische enthielten, keine günstigen Härteeigenschaften zeigten, läßt uns vermuten, daß vielleicht gerade der Sulfatokomplex die härtende Eigenschaft besitzt und damit eine Analogie zum Aluminiumalaun

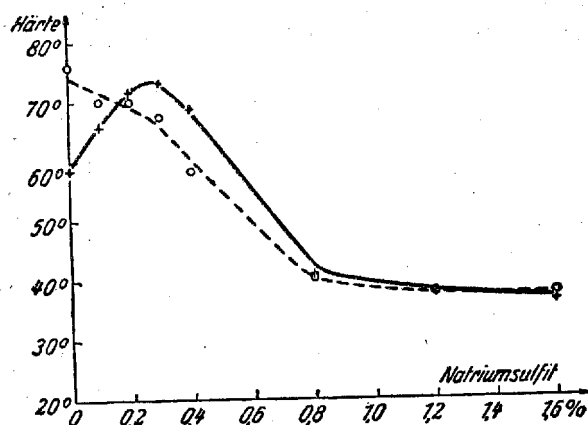


Abb. 8. Härterückgang bei Alterung. Serie 2.

bildet. Das komplexchemische Verhalten des Chromalauns in den von uns untersuchten Bädern und ein eingehenderes Studium des Härtevorganges selbst sind Inhalt einer weiteren Arbeit, über deren Ergebnis wir zu gegebenem Zeitpunkt berichten wollen. Es soll vorläufig nur darauf hingewiesen werden, daß unsere betriebsgeeigneten Bäder sämtlich smaragdgrüne Farbe zeigen, und daß wir diese Farbe in der angewandten Badzusammensetzung einem Sulfatokomplex zuschreiben, indem der Sulfatoest einen Teil der komplex gebundenen Wassermoleküle ersetzt hat. Die gelegentlich — besonders bei Übersättigung mit Entwickler — auftretende violette Farbe scheint durch Hex-aquo-chromi-Ionen verursacht zu sein.

Inwieweit sich mit den in den Puffergemischen enthaltenen andern organischen Säuren auch anionische Komplexe gebildet haben, soll ebenfalls in Zusammenhang mit der Frage, in welcher Form die Härtung der Gelatine vor sich gegangen ist, untersucht werden.

Zusammenfassung.

Wir untersuchten etwa 60 verschiedene chromalaunhaltige Fixierbäder konstanter Fixiernatronkonzentration in bezug auf ihre Härteeigenschaften und Trockenzeitverkürzungen auf Positivfilm, ihre Schwefelausscheidung und ihren p_H -Wert. Hierbei stellten wir bis 2% Chromalaun eine Abhängigkeit der Härte fest und fanden den günstigsten Chromalaungehalt bei 1%. Sodann beobachteten wir eine interessante Abhängigkeit sowohl der Härteeigenschaft als der Schwefelausscheidung und des p_H -Wertes von der Natriumsulfitkonzentration und fanden, daß bei einer bestimmten Natriumsulfitkonzentration (0,4%) kein Niederschlag mehr auftrat, der p_H -Verlauf einen ausgeprägten Knick zeigte und die Härten die erstrebten Werte von etwa 55° aufwiesen.

Diese Bäder mit 0,4% Natriumsulfit wurden dann auf Entwicklerkapazität, Puffergemischzusatz, Erschöpflichkeit in bezug auf Fixier- und auf Härteeigenschaft sowie Alterung geprüft und ein in allen diesen Hinsichten befriedigendes Bad KM 24 der Zusammensetzung: 20% Natriumthiosulfat, 0,4% Natriumsulfit siccum, 1% Bisulfitlösung, 1% Chromalaun angegeben, das als betriebsgeeignetes Bad verwendbar ist, keine Schwefelausscheidung zeigt und dessen Härteeigenschaften die Fixiereigenschaften noch überdauert.

Die Härteeigenschaften der Bäder zeigten sich abhängig

- a) von der Chromalaunkonzentration,
- b) von der Entwicklereinschleppung,
- c) von der Puffersubstanz,
- d) vom p_H -Wert,
- e) von der analytischen Säurekonzentration,
- f) von der Sulfitkonzentration,
- g) von der Erschöpfung des Bades,
- h) vom Alter des Bades.

Ein Zusammenhang des Härtemaximums mit dem isoelektrischen Punkt der Gelatine wurde vermutet, jedoch nicht eindeutig bestätigt.

Von allen untersuchten Puffergemischen zeigte nur unser im Bad KM 24 verwandter Natriumsulfit—schweflige Säurepuffer günstigen Einfluß auf die Härteeigenschaften des Bades, während die anderen Puffergemische die Härtewirkung z. T. sofort, z. T. nach einem Tag gänzlich zerstörten.

I. M. Keller u. K. Maetzig: Untersuchungen an chromalaunhaltigen usw. 113

Literaturübersicht.

- 1) Crabtree u. Russell, Einige Eigenschaften von Chromalaun-Unterbrechungs- und Fixierbädern, Kodak Mitt. Nr. 432. Brit. J. Phot. 77, 356—357, 373—85, 388—91, 401—02, 1930.
- 2) Crabtree u. Hartt, Saure Härtefixierbäder, Kodak Mitt. Nr. 396. Phot. Ind. 28, 928—931, 1930.
- 3) Russell u. Crabtree, Verbesserung von alaunhaltigen Fixierbädern durch Zusatz von Borsäure, Sci. Ind. Phot. (2) 4, 347—351, 1933.
- 4) Ssolowjew, Über die Bedeutung der phys.-chem. Konstanten der Photogelatine für die Synthese von Emulsionen. Kinophotochem. Ind. Russ. 5, 34—37, 1939, referiert in Chem. Zentralbl. 1941, I, S. 162.
- 5) Willcock, Empfehlenswerte Schutzlösungen gegen Verkratzung. Brit. J. Phot. 87, 65—66, 1940.
- 6) Carbutt, Jahrbuch f. Phot. 424, 1893; 409, 1894.
- 7) Rousselot, Untersuchung über die Koagulation der Gelatine durch Chromalaun. Sci. Ind. Phot. (2) 7, 193—202, 1936.
- 8) Loeb, Jacques, Proteine und die Theorie des colloidalen Zustandes, N. Y. 1922.
- 9) Michaelis u. Rona, Praktikum der physikalischen Chemie, S. 113. Verlag. Springer, Berlin 1930.
- 10) Rousselot, Messung des p_H -Wertes von Gelatinen mit der Glaselektrode. Sci. Ing. Phot. (2) 12, 97—106, 1941.
- 11) Emmermann, p_H -Bestimmung in Härtefixierbädern mittels Antimonelektrode. Phot. Ind. 37, 1115—1117, 1939.
- 12) Chater, Automatisch aufgezeichnete Kurven der Schrumpfung von mit Formaldehyd gegerbtem Leder und von Gelatine, die mit Formaldehyd, Chromalaun oder Taniganen behandelt war. J. int. Soc. of Leather-Trader Chemists 23, 1939, Northampton.
- 13) Cyanamid Co. N. Y., Mischung für Härtefixierbäder. Amerikanisches Patent 2 179 242.
- 14) Kolthoff, Säure—Basen-Indikatoren. Verlag Springer, Berlin 1932.
- 15) Sheppard, Elliot u. Sweet, J. Frank. Inst. 196, 48, ref. mit Kurven in Hay-Rohr: Hdb. d. ang. wiss. Phot. Band V, S. 340, 1932. Verlag Springer, Berlin.
- 16) Hdb. d. Phot. Vogel, Band I, 1, S. 117. Union dt. Verlagsges. 1928

(Eingegangen am 23. Juli 1943.)

Photochemisches

Labor

Dr. Kallion Dr. Maetzig

SECRET

15. Februar 1944. Dr-

Geheim!

50X1-HUM

Erste Mitteilung
FIRST REPORT**Über einen neuen photographischen Umkehreffekt.****ON A NEW PHOTOGRAPHIC REVERSAL EFFECT.**

Während der Experimente an Fixierentwicklern sind wir auf einen neuen, wie wir glauben, und bisher nicht beschriebenen photographischen Effekt gestossen, über den wir kurz berichten wollen.

Der neue Effekt erlaubt eine photographische Nutzenanwendung, er führt nämlich unmittelbar zur Ein-Bad-Umkehrentwicklung, ja noch mehr, er gestattet es, in einem bestimmten photographischen Bad eine belichtete Schicht bei gleichzeitiger Ausfixierung wahlweise zu einem Negativ oder zu einem Positiv zu entwickeln.

Lässt man ein normal belichtetes Negativ in einem geeigneten Fixierentwickler, dem ein Ausfixierzeit beispielsweise 5 Minuten beträgt, eine bestimmte kürzere Zeit, z.B. 4 Minuten verweilen, und setzt man es nach dem Herausnehmen aus dem Bade dem Licht aus, so erhält man ein Positiv, während man bei 5 Minuten Verweilzeit ein Negativ erzielt.

Diesen Effekt möchten wir an Hand der folgenden Skizzen zu erklären versuchen:

Skizze 1 stellt einen Querschnitt durch eine photographische Schicht dar. Wenn man diese Schicht unbelichtet ausfixiert, so schreitet die Herauslösung der Bromsilberkörner von der Oberfläche in die Tiefe fort, und zwar in der Weise, dass die Ausfixierung in zur Oberfläche parallelen Schichten (also senkrecht zur Linie F) in die Tiefe geht.

Belichtet man andererseits auf eine Schicht einen Keil und entwickelt denselben, so stellt sich der geschwarzte Teil des Films als das Dreieck ABC in Skizze 2 dar. Dass dieses auch in seinem tiefsten Schwarzen nur einen Teil der Bromsilberkörner auffasst, ein anderer Teil aber ungenutzt bleibt, ist eine bekannte Tatsache.

Man sollte nun meinen, dass der darauf folgende oder gleichzeitig einsetzende Fixiervorgang gemäss den parallelen $F_1 - F_2$ fortschreitet, sodass also, wie jedem Photographen bekannt, die grössten schwarzen zuerst ausfixiert sind. Dies ist qualitativ auch der Fall, jedoch deutet der beobachtete Effekt auf einen anderen quantitativen Verlauf des Fixiervorganges.

Stellen wir uns den aufbelichteten Teil einmal in drei verschiedenen Gradationen vor: In Skizze 1 mit der Gradation 0, in Skizze 3 und 4 mit wachsenden Gradationen, so müssen wir annehmen,

- 2 -

dass der Fixiervorgang parallel einer Ebene in die Tiefe geht, die spiegelbildlich zur Steigung des Edils liegt, d.h. also in den Skizzen 1,3,4 jeweils parallel der Linie F nach unten dringt.

Das Meiste mit anderen Worten, nicht nur der Entwicklungsvorgang, sondern auch der Fixiervorgang zeigt, wenigstens unter noch näher zu bestimmenden Umständen, eine Gradation.

Lasst man nun den Entwicklungs- und Fixiervorgang in einem geeigneten Fixierentwickler kombiniert ablaufen und unterbricht den Vorgang in einem Zeitpunkt, wie er in Skizze 4 festgehalten ist, so erkennt man, dass die Entwicklung zwar beendet, die Fixierung jedoch erst teilweise beendet ist. Nimmt man in diesem Augenblick den Film aus dem Bad heraus und schaltet helles Licht ein, so wird die Fläche ABD nachbelichtet und durch den noch am Film hängenden Entwickler fast momentan geschwärzt. Betrachtet man das Bild, so sieht man ein richtiges Positiv, das lediglich im ganzen sehr dicht ist, da ja die höchste Negativschwarzung zugleich die niedrigste Positivschwarzung ist. Für Direktbetrachtung solcher Positive bei entsprechend starker Lichtquelle spielt das aber nur eine geringe Rolle. Will man ein Positiv normaler Schwarzung erhalten, so braucht man es nur entsprechend abzuschwächen, so dass z.B. die rot schraffierte Fläche in Skizze 5 fortfällt. Will man hierbei die Gradation nicht verändern, so nimmt man einen Kaliumpermanganatabschwächer, will man sie steiler oder flacher machen, wie bekannt, einen Ferrarochlor- oder einen Ammoniumpersulfatabschwächer.

Bei einer Weiterentwicklung dieses Verfahrens wird man sich bemühen, bei möglichst geringer Entwicklungsgradation die Fixiergradation zu steigern.

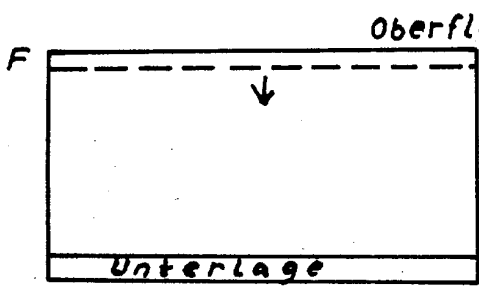
Man gelangt also mit dem geschilderten Verfahren tatsächlich zu einem Umkehrpositiv und, wenn man den Film nur kurze Zeit länger im Bade verweilen lässt, zu einem Negativ.

Zu den Skizzen und den damit verbundenen Erklärungen ist zu bemerken, dass sie nur schematisch gemeint sind. Das Bild baut sich auch bei einem ausgesprochenen Tiefenentwickler nicht in der gezeichneten Form auf. Berücksichtigt man aber die Verteilung der geschwärzten Körner über die ganze Schichtdicke, so lässt sich der Vorgang zeichnerisch nicht so bequem darstellen.

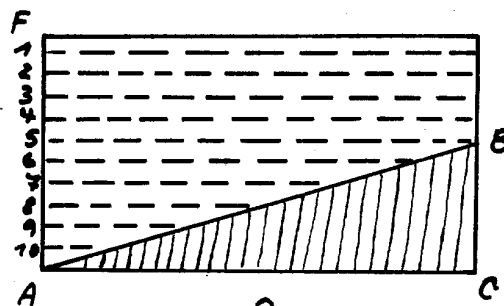
Wir wollen ausführlich untersuchen, unter welchen Bedingungen der geschilderte Effekt zu beobachten ist und welchen zahlenmäßigen Wert die Fixiergradation besitzt. Der neue Effekt tritt jedenfalls nicht nur zufällig auf, sondern ist jederzeit reproduzierbar. Es handelte sich bei uns um ganz normal belichtete Bildnegative auf Agfa-Superpan, von Solarisationserscheinungen kann also keine Rede sein.

Wir bitten höflichst um Mitteilung, ob diese Erscheinung schon von Ihnen früher beobachtet wurde, oder ob Ihnen bekannt ist, dass Sie irgendwo in der Literatur bereits beschrieben ist. Diese Ergebnisse fallen unter die Geheimhaltungspflicht des Kriegsauftrages "Fixierentwickler" des OGM. Außerhalb des Kreises der FG darf hiervon nichts bekannt werden.

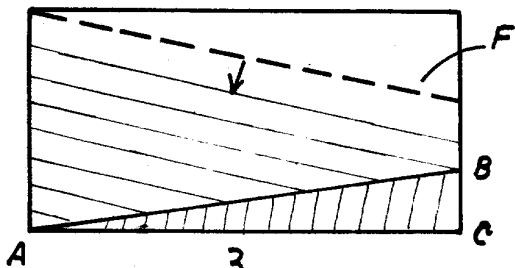
SECRET



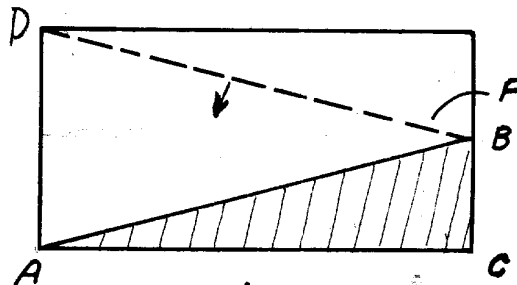
1.



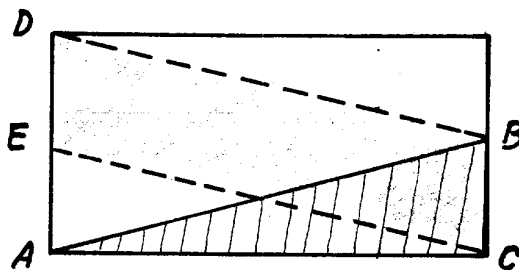
2.



3.



4.



5.

SECRET

Photochemisches

Labor

Dr. Keller Dr. Maetzig

SECRET

50X1-HUM

15. Februar 1944 Dr-

50X1-HUM

Zweiter Beitrag
SECOND REPORT

zur Deutung des Umkehreffektes bei Fixierentwicklung.

AN EXPLANATION OF THE REVERSAL EFFECT DURING FIXATION & DEVELOPMENT.
(SIMULTANEOUSLY).

Für den kürzlich in unserem Laboratorium beobachteten Umkehreffekt von photographischen Emulsionen bei gleichzeitiger Entwicklung und Fixierung, der dadurch hervorgerufen wird, dass ein nicht fertig fixierter Film einer kräftigen Belichtung ausgesetzt und daraufhin noch einmal mit dem Fixierentwickler behandelt wird, fand K. Maetzig die Erklärung, der Entwickler baue das Bild von der Trägerschicht her auf, während das Eindringen des Fixiermittels in die Schicht nicht überall mit gleicher Geschwindigkeit erfolgt, sondern eine Gradienten aufweist, die so beschaffen sein soll, dass das Fixiermittel schneller in die Schichtteile eindringt, die stärker geschwärzt waren, etwa in der Weise, wie Bild 1 angibt.

Eine etwas abweichende Form der Erklärung scheint in einigen Punkten plausibler zu sein. Die Fixiergeschwindigkeit verläuft etwas proportional der Konzentration des Fixiermittels, kann also als Diffusionsvorgang aufgefasst werden. Es wird nun angenommen, dass der Entwickler die belichteten Körner schneller reduziert, als das Fixiermittel sie löst. Die Art, wie der Entwickler arbeitet, spielt kaum eine Rolle. Jedenfalls ist in stark belichteten Filmteilen ein erheblicher Teil der Körner reduziert, in weniger belichteten nur ein geringer. Das Fixiermittel, das in die Schicht eindringt und beim Beginn des Eintretens in die Schicht eine über die ganze Fläche konstante Lösungsgeschwindigkeit besitzt, verändert die wirksame $S_2O_3^{2-}$ Konzentration sehr stark in Gebieten, wo wenig Keime vorhanden waren, die AgBr Konzentration also hoch ist, während die Abnahme in stark reduzierten Teilen der Emulsion nur gering ist. Wegen der Reaktion



nimmt die Lösungsgeschwindigkeit sogar doppelt so schnell ab, wie die Zahl der unreduzierten Körner wächst.

~~Fixiermittel~~

Es ist also klar, dass der Fixiervorgang bei belichteten Emulsionsgebieten wesentlich schneller verlaufen muss. Wird also die anfixierte Schicht einer zweiten über die ganze Fläche konstanten

[REDACTED]

- 2 -

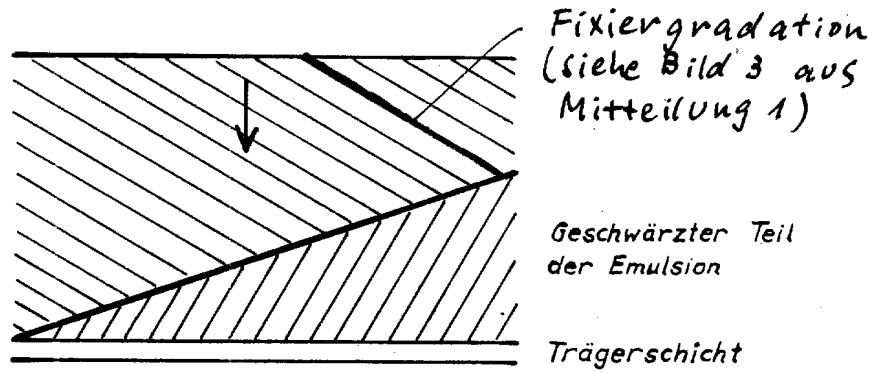
Belichtung ausgesetzt, die wegen der Kornverkleinerung durch die Fixierung und besonders wegen der bereits durch die erste Entwicklung erzeugten Schwarzung erheblich intensiver sein muss, als die erste Exposition und wird dann weiter entwickelt und fixiert, so ist die Erhöhung der Schwarzung der gesamten Schicht etwa proportional der noch vorhandenen Zahl von AgBr-Körnern. Man erhält also ein Positiv, das im günstigsten Falle in den Stellen, die im Positiv weiss erscheinen sollten, die maximale Schwarzung des Negativs aufweist, wie schon in der anfangs genannten Erklärung betont wurde. Die Zeit der ~~xxxx~~ ersten Fixierentwicklung ist also so zu bemessen, dass der Film eben an den schwarzeaten Stellen ausfixiert ist.

Eine erhebliche Variation der Schwarzungsunterschiede im Positiv erscheint kaum möglich. Wenn man z.B. die ursprüngliche Gradation sehr flach wählt, so unterscheidet sich die Lösungsgeschwindigkeit an den schwarzeaten Stellen des Negativs nur wenig von der an den unbelichteten Stellen, da sie nicht in geometrischer, sondern in arithmetischer Reihe abnehmen muss. Bei sehr steiler Gradation des Negativs werden die erhältlichen Schwarzungsunterschiede zu gering.

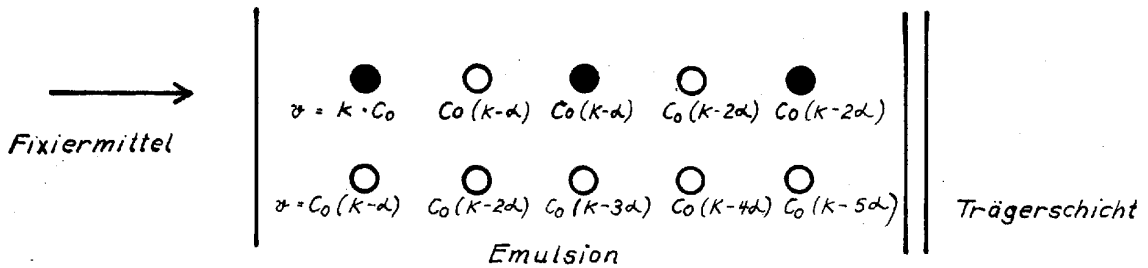
Es erscheint interessant, die Diffusionsgeschwindigkeit durch Gelatine in folgender Weise zu messen: Aufguss einer Gelatineschicht bekannter Dicke auf photographische Platten und Messung der Entwicklung- und Fixiergeschwindigkeit bei Variation der Dicke der aufgegossenen Schicht. Hieraus ergibt sich der Diffusionskoeffizient.

9.1.44 Walter Jernicke

SECRET

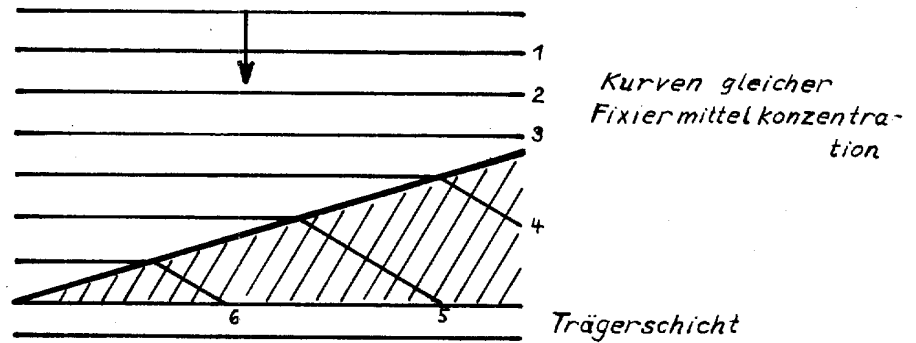


1.



- = reduziertes Korn
- = unreduziertes Korn
- v = Lösungsgeschwindigkeit
- C_0 = Anfangskonzentration an Thiosulfat

2.



3.

SECRET

Photochemisches

Labor

Dr. Keller Dr. Mastzig

SECRET

15. Februar 1944 Dr-

50X1-HUM

D r i t t e r B e i t r a g
*THIRD REPORT*zur Deutung des photographischen Umkehreffektes.
AN EXPLANATION OF THE PHOTOGRAPHIC REVERSAL EFFECT.

Der neu gefundene Umkehreffekt bedarf noch einer Abgrenzung gegen den Sabatier-Effekt, der in Hay-Rohr V.S.327 und in Eders Handbuch, Band 2/L S.623 beschrieben ist. Zu diesem Zweck wurde auch Prof. Stenger um Überlassung seines Materials über diesen Effekt gebeten. Beim Sabatier-Effekt handelt es sich darum, dass eine entwickelte Schicht diffus nachbelichtet und erneut weiterentwickelt wird, worauf das Negativ in ein Positiv umschlägt. Dieser Effekt tritt ohne jede Fixierung ein, während der neu gefundene Effekt sich allein durch den Angriff des Fixiermittels erklärt. Die bereits in der ersten Mitteilung erwähnte "Fixiergradation", deren Deutung in der zweiten Mitteilung durch Jaenicke mit Hilfe der Konzentrationsverarmung des Fixierbades versucht wurde, soll im folgenden weiter erklärt werden.

Wir vermuteten, die Fixiergradation könnte durch die Ungleichheit der Korngrößen innerhalb einer Bromsilber-Gelatine-Schicht verursacht sein. Bei näherer Prüfung der Voraussetzungen hierzu ergab sich, dass diese Erklärung von 3 Voraussetzungen abhängt, deren Richtigkeit durch die weidingerschen Ausführungen in Hay-Rohrs Handbuch bestätigt werden.

Es sind dies folgende Tatsachen:

- 1.) Die grösseren Körner sind empfindlicher als die kleinen, Weid. loc.cit.S.268, auch S.265,278.
- 2.) Die Dichte ist proportional der Körnerzahl S.75
- 3.) Hochempfindliche Schichten enthalten Körner verschiedener Grössenklassen S.37 und zwar nimmt mit steigender Empfindlichkeit die durchschnittliche Korngrösse und die Verschiedenheit der Korngrösse zu. Die Verteilung der Korngrösse wird durch eine Glockenkurve $y=C.e^{-kx^2}$ dargestellt.

Hieraus folgt, dass bei geringeren Belichtungen zuerst die grossen Körner beaufschlagt und infolgedessen entwickelt werden. Bei stärkeren Belichtungen werden immer kleinere Kornklassen erfasst.

Teilt man die Körner zunächst einmal nur in zwei Grössenklassen ein und macht man weiterhin die vereinfachende Annahme, die Grossen hätten das doppelte Volumen der kleinen, so ist leicht ersichtlich, dass der auflösende Fixiervorgang an den grossen Körnern

SECRET

SECRET

50X1-HUM

doppelt so lange dauert, wie an den kleinen Körnern. Zeichnet man sich nun in Skizze 2 der ersten Mitteilung den Keil und z.B. 12 Schichten von Körnern ein, so findet man an den 5 Ordinaten ABCDE nach der Entwicklung das Verhältnis der jeweils unentwickelten zu den entwickelten Körnern wie
12:0 10:2 9:3 7:5 6:6.

Gesetzt, es seien von jeder der beiden Korngrößenklassen gleichviel Exemplare vorhanden und die kleinen brauchen je 1" zum Ausfixieren, so ergibt sich:

Bei A	sind 6	große	und 6	kleine	Körner	vorhanden.	Fixierzeit	12+6=18"
" B "	4	"	"	6	"	"	"	8+6=14"
" C "	3	"	"	6	"	"	"	6+6=12"
" D "	1	"	"	6	"	"	"	2+6=8"
" E "	-	"	"	6	"	"	"	=6"

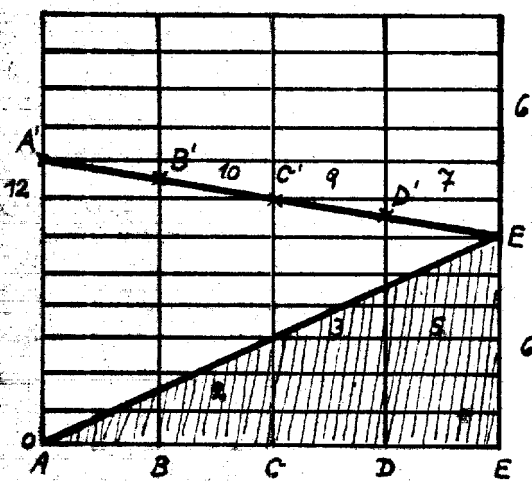
Unterbricht man den Fixiervorgang nun nach 6", d.h. derjenigen Zeit, die notwendig ist, um das unbelichtete AgBr bei E auszufixieren, so sind von den insgesamt auszufixierenden AgBr-Mengen bei A, B, C, D, E + 33%, 43%, 50%, 75%, 100% ausfixiert, d.h. der Vorgang ist bis zu den Punkten A 'B' C 'D' E' in die Tiefe gedrungen. Der Fixiervorgang zeigt also tatsächliche Gradation. Wie gross diese ist, kann natürlich aus dieser grob-schematischen Demonstration nicht entnommen werden, sondern müssen Rechnungen unter Zugrundelegung der wirklichen Verhältnisse und Versuchen ergeben. Der geschilderte Vorgang würde sich mit der von Jaenicke angenommenen Konzentrationsverarmung addieren.

H. F. Keller 23. 1. 44

unaktiv

SECRET

SECRET



Zu III

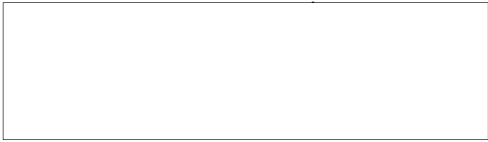
Photochemisches
Labor

Dr. Keller Dr. Maetzig

Photochemisches

Labor

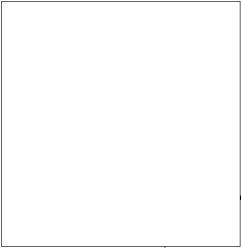
Dr. Keller Dr. Maatzig



SECRET

15. Februar 1944 Dr-

50X1-HUM



Vierter Beitrag zur
FOURTH REPORT
Deutung des Umkehr-effektes.
EXPLANATION OF THE REVERSAL EFFECT.

Versuch 1o29

Umkehrversuch mit Positiv-Material

Trotz Bedingungen, die der geringeren Empfindlichkeit des Material angepasst waren- es wurde nach der Amentwicklung in Fixierentwickler belichtet und in reiner Entwicklerlösung weiterentwickelt - wurde keine Umkehrung des Bildes beobachtet. Der bei 1,5 Min. ausgefixierte Streifen, wurde nach 1 Min. 45" und 30" belichtet und zwar in der reinen Entwicklerlösung. Es zeigt sich gegenüber dem fixierentwickelten Streifen nur eine starke Verschleierung.

Dieses negative Ergebnis stützt unsere Annahme, dass der Umkehr-effekt, bzw. die ~~unvollständige~~ Fixiergradation eine Folge der verschieden grossen Bromsilberkörner der Negativemulsion ist, da Positiv-Material nur sehr geringe Korngrössenunterschiede zeigt.

Dr Keller Maatzig

SECRET

Photochemisches

Labor

Dr. Keller Dr. Maetzig

50X1-HUM

SECRET

21. Februar 1944 Dr-

50X1-HUM

FIFTH REPORT ON THE REVERSAL EFFECT AND FIXATION-DEVELOPMENT (SIMULTAN-
-EQUUS).
Fünfter Beitrag zum Umkehreffekt und zur Fixierentwicklung.

Ergebnis der Besprechung Dr. Möglich, Dr. Keller, Dr. Maetzig, Jaenicke am 15.2.44.

Während der Entwicklungsvorgang so verläuft, dass für sein Fortschreiten immer nur die Menge der noch nicht entwickelten Bromsilberkörner massgebend ist, scheint der Fixiervorgang grundsätzlich anders zu verlaufen. Kennzeichen für den Entwicklungsvorgang ist, dass der zeitliche Verlauf durch eine einfache e-Funktion dargestellt wird. Würde der Fixierprozess ebenfalls jeweils nur von der Menge der noch nicht ausfixierten Körner abhängen, so müsste auch dieser Prozess durch eine e-Funktion der gleichen Art dargestellt werden. Wennman die von Sheppard und Moss gefundenen Kurven mit solchen e-Funktionen vergleicht, so findet man, dass der Prozess zuerst langsamer verläuft als bei einer entsprechenden e-Funktion, nachher aber wesentlich rapider. Dieses Ergebnis kann wohl so gedeutet werden, dass der Vorgang in einer langsamen Auflösung der Körner besteht, wobei die Hauptarbeit zu Beginn des Prozesses zu leisten ist, d.h. bei der Entfernung der ursprünglichen Oberfläche der Teile, während der Prozess nachdem die Oberflächenschicht abgelöst ist, unvergleichlich viel schneller verläuft.

Man kann weiter daraus schliessen, dass die Auflösung der Oberfläche der Mikro-Kristalle in keiner Weise die nachfolgende Herstellung des latenten Bildes hindert, wie durch die Umkehrentwicklung mit auf den Fixiervorgang nachfolgender Belichtung eindeutig bewiesen wird.

Zweite Deutung: Der Fixiervorgang muss offenbar in zwei Teilreaktionen zerlegt werden, deren erster Teil eine schwer lösliche Verbindung liefert und der offenbar für die Verzögerung am Anfang verantwortlich ist.

Annahme: 2 Reaktionen spielen für den Fixiervorgang eine Rolle, deren erste, langsamere, schon weitgehend beendet sein muss, bevor die zweite einsetzt. Wenn nämlich beide Reaktionen direkt nebeneinander verlaufen, dann müsste die Kurve des Reaktionsverlaufs praktisch die des langsameren sein, also etwa die Gestalt einer einfachen e-Funktion haben.

SECRET

SECRET

- 2 -

SUXI-HUMI

Frage: Entsteht durch die erste der Reaktionen eine neue Substanz, die auch noch die Fähigkeit hat, ein latentes Bild aufzubauen?

A.B. Man darf allerdings nicht vergessen physikalische Vorgänge in der Schicht (Schichtaufbau, Diffusion) zu berücksichtigen, die zu dem ersten flacheren Teil der Kurve Anlass geben, während der steilere Teil durch Superposition zweier Reaktionen durchaus bedingt sein kann.

SECRET

SECRET**Geheim!**

50X1-HUM

Photographisches Umkehrentwicklungsverfahren.**PHOTOGRAPHIC REVERSAL DEVELOPMENT PROCESS**

Es besteht in vielen Fällen das Bedürfnis, ein belichtetes photographisches Negativ zu einem Positiv zu entwickeln. In erster Linie tritt dieses Bedürfnis bei bildmassig belichteten Negativen auf, es kann sich aber auch um Phonogramme oder andere Aufzeichnungen handeln. Die hierfür angewandten Entwicklungsverfahren bezeichnet man als Umkehr-Entwicklung. Zu ihrer Ausführung sind eine Mehrzahl von Arbeitsgängen - in der Regel 6 - notwendig, welche eine entsprechende Vielzahl von photographischen Bädern bedingen, in denen die Schicht nacheinander behandelt werden muss. Hierdurch wird das Umkehr-Verfahren zu einem an Maschinen- und Arbeitsaufwand kostspieligen Vorgang.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Umkehr-Verfahren, bei welchem der gesamte chemische Behandlungsvorgang in einem Bade vor sich geht - bei einer abgewandelten Ausführungsform werden 2 Bäder benötigt - und welches infolge dessen nicht nur die Umkehr-Entwicklung ungemein vereinfacht und verbilligt, sondern auch ihre Anwendung durch wenig geschulte Kräfte ermöglicht, was bisher nicht der Fall war.

Die Erfindung benutzt die Beobachtung, dass nicht nur der Entwicklungsvorgang, sondern auch der Fixiervorgang, speziell bei hochempfindlichen Schichten eine Gradation zeigt, d.h. dass der Fixiervorgang an den stärker belichteten und daher bei der Entwicklung stärker geschwarzten Stellen schneller verläuft, und zwar nicht nur absolut, was leicht erklärlich wäre, da ja innerhalb stark geschwarzter Bildteile weniger Bromsilber zu lösen ist als an schwach geschwarzten, sondern auch relativ, d.h. dass die gleiche Menge

SECRET

SECRET

50X1-HUM

- 2 -

Bromsilber innerhalb stark geschwärzter Bildteile schneller gelöst wird, als wenn sie sich innerhalb schwach geschwärzter Bildteile befände.

Man führt das Verfahren in folgender Weise aus:

Man entwickelt eine belichtete photographische Schicht in einer kombinierten Entwickler-Fixier-Lösung bis zu einem Zeitpunkt, an dem die dichtesten Stellen des Bildes gerade ausfixiert sind. Sodann belichtet man kurzzeitig mit kraftiger Intensität nach, während der Film im Bad bleiben kann. Diese Nachbelichtung wird mit sichtbaren oder photographisch wirksamen aber unsichtbaren Strahlen vorgenommen und der Film danach in diesem Bade zuende entwickelt. Auf diese Weise erhält man von einem belichteten Negativ in einem Bade ein Positiv, während man ohne Einschaltung der Zwischenbelichtung ein entwickeltes und ausfixiertes Negativ erhält.

Wählt man den Zeitpunkt der Nachbelichtung genau so, wie beschrieben, so erhält man ein relativ ichtes Bild, in dem die höchsten Negativ-Schwarzungen gleich den niedrigsten Positiv-Schwarzungen sind. Dieses Bild ist durchaus zur Projektion mit kraftiger Lampe oder zur Betrachtung geeignet, sodass eine sogenannte Schnellauswertung von Aufnahmen auf dieses Verfahren begründet werden könnte.

Vorgesehen ist dagegen auch, nach dem letzten Bildaufbau noch eine nachträgliche Abschwächung vorzunehmen, wofür bei unveränderter Gradation der Kaliumpermanganat-Abschwächer, zur Erhöhung der Gradation der Persulfatabschwächer gewählt werden kann. Es ist ebenso gut möglich, diese Abschwächer mit dem Fixierentwickler in einem Bade zu vereinen,

- 3 -

SECRET

und zwar den ersteren in so geringen Konzentrationen anzuwenden, dass er erst nach Beendigung des vollen Fixierprozesses wirksam wird.

Das geschilderte Verfahren eignet sich besonders für die Herstellung von Umkehrbildern auf hochempfindlichen Schichten, die bekanntlich hohe Korngrößenunterschiede aufweisen, da in diesem Fall die Fixiergradation sehr deutlich hervortritt. Es verlangt keine Belichtungszeitverlängerung, beruht nicht auf dem Sabatier-Effekt und hat nichts mit Solarisation oder Pseudo-Solarisation zu tun.

Es besteht ebenfalls die Möglichkeit, die in dem Fixierentwicklungsbad zusammengefassten Arbeitgänge auf Einzelbilder zu verteilen.

- 4 -
SECRET

Patentansprüche:

- 1.) Verfahren zur Umkehrentwicklung dadurch gekennzeichnet, dass es die Beobachtung zu Grunde legt, dass auch der Fixiervorgang eine Gradation besitzt.
- 2.) Verfahren zur Umkehrentwicklung dadurch gekennzeichnet, dass es aus Entwicklung, Anfixierung, Nachbelichtung und Nachentwicklung und eventuell Abschwächung der bildmäßig oder mit Phonogrammen oder sonstige photographisch belichteten Bildschicht besteht.
- 3.) Verfahren zur Umkehrentwicklung dadurch gekennzeichnet, dass man alle in Anspruch 2 genannten Arbeitsgänge in einem einzigen Bade vor sich gehen lässt, in welchem auch durch Auslassung der Zwischenbelichtung eine einfache Fixierentwicklung erfolgen kann.
- 4.) Verfahren zur Umkehrentwicklung dadurch gekennzeichnet, dass man alle der in Anspruch 2 genannten Arbeitsgänge, mit Ausnahme der Abschwächung in einem, die Abschwächung selbst in einem zweiten Bad vor sich gehen lässt.
- 5.) Verfahren zur Umkehrentwicklung dadurch gekennzeichnet, dass man jeden der in Anspruch 2 genannten Arbeitsgänge in einem gesonderten Bade vor sich gehen lässt.
- 6.) Verfahren zur Umkehrentwicklung dadurch gekennzeichnet, dass man zu der Zwischenbelichtung sichtbares Licht oder unsichtbare, photographisch wirksame Strahlen verwendet.
- 7.) Verfahren zur Umkehrentwicklung dadurch gekennzeichnet, dass man die Gradation des resultierenden Positivs durch Veränderungen des Zeitpunktes des Einsetzens und der Intensität der Nachbelichtung, sowie durch die spezifische Komposition des Fixierentwickler- und Abschwacher-Bades oder einzelne dieser Einflüsse zu regeln im Stande ist.
- 8.) Verfahren zur Umkehrentwicklung dadurch gekennzeichnet, dass man die Nachbelichtung der Schicht durch das Bad hindurch vornimmt.

2. Beibehaltung

M. Keller

W. August M. Keller

SECRET

[REDACTED]
PLUR
Fixier-Entwickler.

50X1-HUM

FIXER-DEVELOPER (PHOTOGRAPHIC).

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum gleichzeitigen Entwickeln und Fixieren von photographischen Schichten in einem kombinierten Bad.

An sich sind sogenannte Fixierentwickler seit langem bekannt, doch ist ihre praktische Anwendung bisher daran gescheitert, dass die betreffenden Lösungen rasch verdarben, dass eine hohe Einbusse an Empfindlichkeit gegenüber der bewährten Entwicklung und Fixierung in getrennten Bädern eintrat sowie daran, dass die erzielten Ergebnisse meist nicht mit ausreichender Sicherheit reproduziert werden konnten. Diese Nachteile haben die auf der Hand liegenden Vorteile der Fixierentwicklung hinsichtlich einfacher Handhabung und Zeitersparnis bisher nicht aufgewogen, so dass der Fixierentwicklung sogar von anerkannten Fachleuten jede praktische Bedeutung abgesprochen worden ist.

Bei dem in der Erfindung beschriebenen Verfahren sind die angeführten Mängel vollständig beseitigt. In einem Bruchteil der zur getrennten Entwicklung und Fixierung gewöhnlich benötigten Zeit werden ohne Empfindlichkeitsminderung Negative und Positive erhalten, die die in getrennten Arbeitsvorgängen behandelten Photoschichten hinsichtlich Feinkörnigkeit und Auflösungsvermögen in keiner Weise nachstehen. Gleichzeitig weist der erfindungsgemässe Fixierentwickler selbst nach tagelangen Stehen in offener Schale eine fast unveränderte Entwicklungs- und Fixierkraft auf.

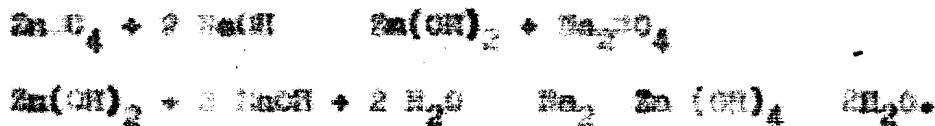
Das Kennzeichen des erfindungsgemässen Fixierentwicklers besteht in der Verwendung von Entwicklungssubstanzen mit einer über der mittleren Rapidität des gesamten Entwicklungsvorganges liegenden Anfangsrapidität sowie von Stoffen ohne jeden oder höchstens mit kurzer Induktionsperiode. Gegebenenfalls wird durch Zusatz von Salzen amphoterer Metalle zu den in alkalischen Lösungen wirkenden Substanzen eine praktisch ausgezeichnete Haltbarkeit der gebrauchsfertigen Fixierentwicklerlösung erzielt.

Die Erfindung geht von dem Grundsatz aus, zur Entwicklung Substanzen oder Kompositionen zu verwenden, die gleich zu Beginn des Entwicklungsprozesses und bevor der gleichzeitig einsetzende Fixiervorgang zu einer merklichen Auflösung von Silberhalogen geführt hat, eine hohe Anfangsrapidität bei hoher Allgemeinrapidität aufweisen. Die Allgemeinrapidität ist umso grösser, in je kürzerer Zeit eine vorgegebene Schwärzung oder ein bestimmter Gammawert erreicht wird. Die Bedeutung der Anfangsrapidität erhellt z.B. aus den in der Abbildung

SECRET

wiedergegebenen Schwingungs- β -Kurven verschiedener Entwickler. Während sich alle drei Kurven nach genügend langer Zeit ungefähr in einem Punkte schneiden und für die zu Grunde liegenden Entwickler gleiche mittlere Rapidität erkennen lassen, weisen die verschiedenen differentielle Rapiditäten auf - Grund der Erfindung, werden für die Fixierentwicklung nach Möglichkeit der Kurve I entsprechende Entwicklungssubstanzen mit hoher Anfangsrapidität gewählt, wodurch die Silberhalogenidversauerung die Wirkung des Fixiermittels und die damit zusammenhängende Kapazitätsbeeinträchtigung auf ein Mindestmaß herabgesetzt wird. Gleichbedeutend mit der erfindungsgegenständlichen Forderung nach hoher Anfangsrapidität ist die Forderung nach völligen Abklingen einer Induktionsperiode bzw. nach möglichst kurzen Induktionsperioden.

Die erfindungsgegenständlichen zusammengesetzten Fixierentwickler lassen je nach ihrer Zusammensetzung mitunter an Haltbarkeit zu wünschen übrig. In Weiterverfolgung des Erfindungsgegenstandes wird dem Fixierentwickler daher zwecks Verbesserung seiner Haltbarkeit ein hochkonzentrierter Puffer leicht löslicher amphoterer Metallsalze zugesetzt, welcher die Alkalität der Lösung verhältnismäßig niedrig hält, indem sich ein Gleichgewicht z.B. zwischen Aluminiumhydroxid, Aluminiumhydroxid und Aluminat einstellt, das stark nach der Seite des Aluminats verschoben ist. Dabei sind nur geringe Mengen freier OH-Ionen vorhanden, welche die Fixierentwicklung nicht beeinträchtigen, jedoch zur Ionisierung der Entwicklerbestandteile völlig ausreichen. Gemäß der folgenden, für Silberchlorid geltenden Gleichgewichtsreaktion:



werden verbrauchte OH-Ionen in beliebiger Menge nachgeliefert. Der sich zwischen 11 11,5 einstellende pH -Wert entspricht einer nur etwa 1/10000-Molfraktion und bedeutet, dass von 30 g Aluminiumhydroxid in Liter nur 0,04 0,06 g frei und 29,92 29,96 g chemisch gebunden sind.

Eine weitere Wirkung der erfindungsgegenständlichen Puffer ist eine spezifische Wirkung auf den Fixierentwicklungsvorgang auf kolloidchemischer Basis.

Zur genaueren Kennzeichnung des erfindungsgegenständlichen Fixierentwicklers seien zwei Beispiele angegeben:

SECRET

- 3 -

I. Negativ- fixier- entwickler für Agfa- Diaspan

- a) 30 g Natriumhydroxyd
- b) 40 g Natrium
- c) 50 g Natriumsulfid decuss
- 23 g Glycerin
- 7 g Kaliumbromid

a + b + c + 100 g Fixiernatron auf 1 Liter Wasser

II. Positiv- fixier- entwickler für Agfa- Diaspan

- a) 50 g Natriumsulfid decuss
- 15 g Hydrochinon in Wasser lösen
- b) 28,7 g Natriumhydroxyd in wenig Wasser lösen, langsam in der Hitze zu einer Lösung von 50 g Natriumhydroxyd in wenig Wasser geben. a) und b) vermischen.
- 50 g Fixiernatron und c) von einer Lösung von 10 mg Phenolsulfon in 100 ccn Wasser hinzusetzen, auf 1 Liter auffüllen und nach 1 Stunde stehen filtrieren.

SECRET

Patentansprüche :

- 1) Fixierentwickler, gekennzeichnet durch Entwicklersubstanzen mit einer über der mittleren Rapidität des gesamten Entwicklungsvorganges liegenden Anfangsrapidität.
- 2) Fixierentwickler nach Anspruch 1), gekennzeichnet durch Stoffe ohne Induktionsperiode bei der Entwicklung.
- 3) Fixierentwickler nach Anspruch 1), gekennzeichnet durch Entwicklungsubstanzen mit kurzer Induktionsperiode.
- 4) Fixierentwickler nach Anspruch 1) - 3), gekennzeichnet durch Zusätze von Salzen empfindlicher Metalle.

SECRETI. Bericht
REPORT NO. 1

50X1-HUM

Über Forschungsarbeiten.
CONCERNING RESEARCH WORKKeyword: Photographische ErscheinungenIDENTIFYING CATEGORY: PHOTOGRAPHIC PHENOMENAWehrmachtsauftragsnummer: S 4891-5574 (593/3) IV/43(GERMAN) ARMED FORCES ORDER NUMBER:

Die Untersuchungen über den bezeichneten Gegenstand laufen seit längerer Zeit und werden vorzugsweise in dem photochemischen Laboratorium Werder durch Frl. Dr. I. M. Keller und Herrn Dr. K. Maetzig durchgeführt. Die Untersuchungen begannen zunächst mit der Herstellung von Entwicklungssubstanzen für den Farbentwicklungsprozess und der Entwicklung von Mustern mit Hilfe dieser hergestellten Substanzen. Das Ziel der Untersuchung sollte sein, prinzipielle Zusammenhänge zwischen der chemischen Konstitution und den erreichten Durchlässigkeitskurven der gebildeten Farbsubstanzen aufzutracken. Der physikalische Teil der Untersuchung, der die eigentlichen Resultate ergibt, konnte bisher noch nicht durchgeführt werden, weil durch dringendere Wehrmachtsaufträge die Arbeiten zunächst liegen bleiben mussten. Das photochemische Laboratorium hat einen Auftrag des OKM mit der Wehrmachtsnummer SS 7008-3122/43 übernommen, der den Titel "Versuche mit Fixierentwicklern" trägt. Das Ziel der Aufgabe ist, Bilder zu finden, die beim photographischen Bearbeitungsprozess in einem Bad das Entwickeln und Fixieren durchführen. Zu diesem Zwecke ist es nötig, neue Entwicklungs-Substanzen zu finden, die gegenüber den gemeinhin bekannten ein wesentlich stärkeres Reduktionsvermögen besitzen und somit den Entwicklungsprozess in sehr kurzer Zeit durchführen, ehe noch die Fixierung eingesetzt hat. Im Laufe dieser Untersuchung haben die genannten Forscher eine grosse Reihe von Entwicklungs-substanzen hergestellt und erprobt, über die in späteren Berichten in einzelnen Mitteilung gemacht werden wird. Die Versuche sind zurzeit soweit gediehen, dass ein brauchbarer Fixierentwickler zur Verfügung steht.

Die spezielle Themenstellung der Wehrmachtsaufträge lässt es im allgemeinen nicht zu, dass die für die Lösung der Aufgaben nötige Grundlagenforschung in der genügenden Breite betrieben wird. Es wurde daher sehr begrüsst, dass der von dem Reichsforschungsrat gegebene Auftrag, der mehr auf die Grundlagenforschung gerichtet ist, nunmehr zur Verfügung steht. Eine Weiterführung von Einzelaufgaben auf dem Gebiete der photographischen Entwicklung ist nur dann sinnvoll möglich, wenn durch eine ausreichende Grundlagenforschung genügende Kenntnisse über das Wesen des Entwicklungsvorganges im allgemeinen erworben werden. Im Laufe der Untersuchungen hat sich herausgestellt, dass offenbar organische Molekülverbindungen im photographischen Entwickler eine entscheidende Rolle spielen. Es wird daher das Unterthema des vom Reichsforschungsrat erteilten Auftrages für die nächste

SECRET

./.

Zeit den Titel "Studium der Molekülverbindungen in photo -
graphischen Entwicklungsbädern" tragen.

Dieser Bericht gibt zunächst einen Ueberblick über den allgemeinen
Stand der Arbeiten. Wissenschaftliche Einzelheiten werden in späte-
ren Berichten mitgeteilt werden.

Greiz

Greiz, den 15. Januar 1944
Er. Etz/O

50X1-HUM

The attached correspondence involves technical discussions relating to the photographic image reversal phenomenon discovered by Drs Keller & Maetzig of the Photochemicals Laboratory during their experiments with simultaneous fixation-development processes.

50X1-HUM

Photochemisches Laboratorium

Werder/Havel, Hermann-Göring-Straße 125

Fernsprecher Werder 358

Postscheckkonto:
Berlin 257 960

Werder, den 6. November 1944
DM/Dr-

Herrn

Dr. H. E. Hollmann

Georgenthal / Thüringen

=====
Dr. Frick-Str. 6

Geheim!

SECRET

Sehr geehrter Herr Doktor Hollmann!

Wir bestätigen mit bestem Dank den Eingang Ihres Schreibens vom 19. Oktober und des korrigierten Berichtes "Über die Fixier-Entwicklung II" und möchten Ihnen darauf ausführlich erwidern. Wir möchten vorweg nehmen, dass uns eine Reihe von unüblichen Äusserungen in Ihrem Brief zunächst recht in Erstaunen versetzt hat. Dies haben wir dann aber so gedeutet, dass Sie in wissenschaftlichen Fragen äusserste Offenheit wünschen. Daraus leiten wir auch für uns das Recht her mit der gleichen Offenheit zu sprechen. Wir sind gewiss, dass Sie uns dies nicht verübeln werden, umsomehr als Sie selbst um eine unumwundene Stellungnahme gebeten haben.

Unsere Antwort wird aus drei Teilen bestehen:

- I. Entgegnung auf den sachlichen Teil Ihrer Einwendungen
- II. Diskussion der Art der Darstellung
- III. Grundsätzliches über die Zusammenarbeit zwischen Ihnen und uns.

I.

1. Die Gamma-Zeitkurve, bzw. S_{max} - Zeitkurve als e-Funktion ist allerdings nicht von uns gefunden worden, aber auch nicht von Sheppard und Mees, sondern bereits um die Jahrhundertwende von Hurter und Driffield. Ihr Hinweis bezieht sich offenbar auf die Darstellung im Hay-Rohrs Handbuch V. Band, Seite 212.
2. Wir behaupten aber auch garnicht, dies entdeckt zu haben, sondern weisen im ersten Fixier-Entwickler-Bericht, S. 12 Zeile 6 darauf hin, dass die e-Funktion eine Eigenschaft ist, die "sonst erst bei langen Entwicklungszeiten sich einzustellen pflegt". Nach Sheppard und Mees tritt die e-Funktion nämlich erst nach etwa 5 Minuten auf und es heisst loc. cit. S. 212 ausdrücklich "der untere Teil der Dichte-Entwicklungs-Zeitkurve wird dagegen von diesem Ansatz nicht erfasst".
3. Gerade der untere Teil der Kurve nun, der laut Sheppard nicht der e-Funktion folgt, ist in den letzten Jahren Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Die wichtigste ist die ausführliche Arbeit von James "Mechanism of development" (zitiert im ersten Bericht (21)). In der Figur 8 dieser Arbeit wird gezeigt, dass der untere Teil der Kurve je nach Ladung des Entwickler-Ions ganz verschiedene Gestalt annehmen kann. Die Untersuchung ist an Oxydationsprodukte freiem Entwickler ausgeführt und lässt für Hydrochinon und Glycin konkave Form erwarten, während sich bei uns eine konvexe Form ergibt,

SECRET

insbesondere wenn man nach Ihrem Vorschlag die Kurven der Abb.3 in der Nähe der x-Achse nicht zum Nullpunkt abbiegt, sondern beide bei einem Wert von 12 sek. anfangen lässt.

4. Die halblogarithmische Darstellung der Gamma-Zeitkurve, die Sie uns empfehlen, wurde vor kurzem von Elvegard angewandt. Diese Arbeit ist in unserem Bericht II unter (5) zitiert. Elvegard betont hierin, dass die Geraden, die sich hierbei ergeben nicht für lange Entwicklungszeiten gelten und in seiner neuesten Publikation (Zs.f.wiss.Phot 42 S.65 ff) gibt er zu, dass auch bei kurzen Entwicklungszeiten, also niedrigen D_H -Werten sich keine Geraden ergeben, m.a.W., dass die e-Funktion sich nur bei mittleren Entwicklungszeiten einstellt.
5. Gegenüber all diesen Arbeiten stellen wir 1. fest, dass in unseren Entwicklern die e-Funktion von Anfang bis zu Ende gilt, soweit man überhaupt Messwerte erhalten kann. 2. behaupten wir, dass das Auftreten der e-Funktion durch den ganzen Entwicklungsverlauf hindurch als Eintreffer-Vorgang der Entwicklung gedeutet werden kann, und die von Ihnen als weitschweifig, trivial und bekannt gerügte mathematische Ableitung beweist, wie so e-Funktion und Eintreffer-Vorgang zusammenhängen. Aus den Untersuchungen der Strahlen-Biologie ist bekannt, dass Eintreffer-Vorgänge immer zu e-Funktions-Reaktions-Gleichungen führen. Es ist aber nie deutlich hervorgehoben worden, dass umgekehrt aus der Existenz einer e-Funktion auf einen Eintreffer-Vorgang geschlossen werden muss. Unseres Wissens ist jedenfalls bisher in Bezug auf den photographischen Entwicklungs-Prozess noch nirgends der Versuch gemacht worden treffertheoretische Gesichtspunkte heranzuziehen. Andererseits versprechen wir uns von diesen gerade besonderen heuristischen Erfolg, soweit es um die Aufklärung der Elementarprozesse geht. Da die Treffer-Statistik zu den sogar unter Physikern wenig bekannten Gebieten gehört, wir uns aber in erster Linie an photographisch interessierte Techniker wenden, hielten wir uns für berechtigt, die Aufmerksamkeit des Lesers durch Wahl besonderer Ausdrücke, wie "sonderbares Verhalten" anzuregen. Wir geben zu, dass dieser Ausdruck wenig literarisch klingt und werden ihn durch einen besseren ersetzen.
6. In Bezug auf die e-Funktion sind also in unseren Arbeiten "Über die Fixier-Entwicklung I und II" drei Feststellungen enthalten:
 - a) dass bei unseren Bädern die Gamma-Zeitkurven von Anfang bis Ende, und zwar nicht erst ab 5 min, sondern schon ab 10 sec einer e-Funktion folgen.
 - b) dass dies auf einen Eintreffer-Vorgang der Entwicklung schliessen lässt.
 - c) dass gerade diese Kinetik des Entwicklungs-Verlaufs für die Fixier-Entwicklung das Optimum darstellt.
7. Bei der Besprechung der Schwärzungs-Vergrößerung durch Thallium-Zusatz auf S.8 haben wir zwei Erklärungsmöglichkeiten vorgeschlagen. Einer davon gaben wir, wie wir schrieben "gefühlsmässig" den Vorzug. Wir wollten uns aber keineswegs auf unser Gefühl verlassen und haben deshalb im Institut von Prof. Frieser eine kornmikroskopische Untersuchung unternommen. Es ist uns deshalb unverständlich, weshalb es uns verwehrt sein sollte in der zur Diskussion stehenden Publikation beide Erklärungsmöglichkeiten zu erwähnen.

SECRET

II.

1. Was nun die mathematische Darstellung des Eintreffer-Vorganges durch eine e-Funktion angeht, so ist es uns bei dem Leserkreis, an den wir uns hier wenden, keineswegs sicher, dass Jedem der Zusammenhang zwischen e-Funktion und Eintreffer-Vorgang bekannt ist. Die Tatsache, dass Sie, sehr geehrter Herr Doktor Hollmann, den Sinn dieser unserer Ausführungen missverstanden haben, kann uns nur veranlassen in einer geänderten Darstellung noch deutlicher und ausführlicher zu werden. Wir hoffen unsere Darstellung in diesem Punkte so zu verbessern, dass niemand mehr auf die Idee kommt wir beabsichtigten eine Darstellung des Tertia-Pensums der Logarithmenrechnung zu geben. Allerdings müssen wir die von Ihnen vorgeschlagene Darstellung ablehnen, weil aus ihr nicht hervorgeht, wieso e-Funktion und Eintreffer-Vorgang zusammenhängen.
2. Die von Ihnen ~~ageregte~~ halblogarithmische Darstellung möchten wir nach näherer Überlegung aus Gründen der Didaktik nicht anwenden, denn uns scheint durch unsere Zeichnung der Tatbestand so klar dargestellt zu sein, dass man nicht nur die Übereinstimmung, sondern auch die Grösse der Abweichungen unmittelbar erkennen kann.

II

III.

1. Aus der Tatsache, dass wir in unserem Bericht "Über die Fixier-Entwicklung I" mit grösster Bereitwilligkeit die von Ihnen vorgeschlagenen Änderungen ausgeführt haben geht hervor, welche Stellung wir zu Verbesserungswünschen grundsätzlich einnehmen. Wenn wir also dieses Mal leider nur einen geringen Teil Ihrer Vorschläge annehmen können, so liegt das rein auf sachlichem Gebiet. Wir werden selbstverständlich auch in Zukunft jedem von Ihnen oder einem anderen kompetenten Fachgenossen an uns herangebrachten Änderungsvorschlag mit grösster Sorgfalt nachgehen, denn wir sind der Ansicht, dass keine Arbeit so gut geschrieben ist, dass sie nicht noch besser gemacht werden könnte.
2. Wir müssen es aber aus grundsätzlichen Erwägungen ablehnen uns zu derartigen Änderungen kommandieren zu lassen. Gewisse Teile Ihres Briefes erwecken leider den Eindruck, als ob dies beabsichtigt sei, insbesondere der letzte Satz, wenn wir auch zugeben, dass der vorletzte Satz wesentlich konzilianter klingt. Wir erwähnen aber vorsorglich diese grundsätzliche Einstellung, damit zwischen uns keine Missverständnisse auftreten können.
3. In dem speziellen zur Erörterung stehenden Fall ist eine Publikationsgenehmigung der FG nicht einzuholen. Es handelt sich um einen Auftrag des OKM und wir sind im Rahmen dieses verpflichtet einen Forschungsbericht an unseren Auftraggeber abzuliefern. Die Frage der Veröffentlichung hat dann nur das OKM zu entscheiden. Selbstverständlich haben Sie ein Recht zu entscheiden, ob diese Arbeit den Namen der FG tragen soll.
4. Darüber hinaus möchten wir weiterhin feststellen, dass nach dem Vertrag zwischen der FG und uns - und das Gleiche gilt für Herrn Dr. Möglich - eine Publikations-Genehmigung für Arbeiten im Rahmen der FG einzuholen ist, dass diese Genehmigung aber nur die Frage betreffen kann, ob über ein bestimmtes Gebiet im Interesse der FG publiziert werden soll oder nicht. Die Form ebenso wie der Inhalt müssen von demjenigen gedeckt werden, dessen Namen die Arbeit trägt.

SECRET

5. Wir haben den Druck der Arbeit, den das OKM aus gewissen Gründen sehr beschleunigen wollte zunächst gestoppt, werden die erwähnten Korrekturen anbringen und Ihnen die Arbeit dann nochmals zur Kenntnis geben.

Mit Deutschem Gruss!

Photochemisches
Labor

Dr. Keller

Dr. Maetzig

Dr. Keller Maetzig

SECRET-1944
19. Okt. 1944

Maetzig & Frl. Dr. Keller, Photochem. Labor

Veröffentlichung "Über die Fixierentwicklung II".

Sehr geehrter Herr Doktor Maetzig!

Mit großem Interesse habe ich Ihren Bericht: "Über die Beschleunigung der Fixierung und Entwicklung..." eingehend durchgesehen und finde ihn als Laboratoriumsbericht ausgezeichnet, für die Veröffentlichung auch als Geheimbericht der Kriegsmarine jedoch noch nicht genug ausgereift. Der experimentelle Teil findet meine volle Billigung und Anerkennung, dagegen enthält der theoretische Teil, auf den Sie mich besonders hinweisen, eine Reihe von Unklarheiten und "Schönheitsfehlern", welche den klaren experimentellen Befund nur verschleiern. Vor allen Dingen kann die Seite 5 unter keinen Umständen stehen bleiben und einem weiteren Leserkreis zur Kenntnis gegeben werden, denn der einigermaßen geschulte Leser - und auf diesen kommt es immer an - würde daraufhin die ganze Arbeit mit Kopfschütteln beiseite legen.

Es ist nicht meine Aufgabe und es mangelt mir auch an Zeit die einzelnen Unstimmigkeiten der Reihe nach aufzuzählen. Aber selbst wenn man die größten Fehler beseitigt, halte ich Ihre Darstellung immer noch für reichlich ungeschickt und irreführend, weil die rechnerischen Ausführungen trivial und grundsätzlich voll und ganz bekannt sind. Warum tragen Sie die Kurven der Abb. 6 nicht in halblogarithmischem Masstab auf, wodurch der Charakter der e-Funktionen sofort klar ersichtlich wird? Was soll die Aufspaltung des Zeitexponenten in eine Summe mit nachfolgender Produktenbildung? Sie brauchen dem Leser doch kein Privatissimum über Logarithmenrechnung (Tertiapensum!) zu halten! Zumal das logarithmische Reaktions-Gesetz doch in der Photochemie weit 25 Jahren bekannt ist! Wie können Sie da auf S. 6 Zeile 2 von "sonderbarem Verhalten" sprechen?

Um Ihnen meine Ansicht, wie das Manuskript zweckmäßig gefasst wird, am einfachsten darzulegen, habe ich es mich nicht verdriessen lassen, meine Verbesserungs- und Änderungsvorschläge in Ihr Manuskript einzufügen. Zu den Folgerungen, die Sie aus Ihren Beobachtungen ziehen, kann ich mich natürlich schlecht äußern, weil mir die Materie dazu zu fremd ist. Die Verantwortung dafür müssen Sie allein übernehmen.

In Abb.6 sind die auf diese Weise erhaltenen Kurven als 1 und 2 eingezeichnet. Multipliziert man die Ordinaten-Werte der Kurve 1, also der Darstellung des Versuches mit Thallium mit 9/12, so gelangt man zur Kurve 3, die innerhalb der Versuchsgenauigkeit als mit der Kurve 2 identisch angesehen werden darf. Kurve 4 veranschaulicht die Funktion

$$y = 1 - 10^{-0,012 \cdot t} = 1 - (e^{-\ln 10 \cdot 0,012 \cdot t}) \quad Y =$$

Innerhalb der Versuchsgenauigkeit dürfen wir die beiden Kurven 2 und 3 als identisch mit der Kurve 4 ansehen.

Alle theoretischen und auch experimentellen Befunde scheinen zu beweisen, dass die Schwärzung innerhalb eines Kornes oder innerhalb eines beträchtlichen Teiles eines Kornes nicht weiter differenziert ist, d.h. dass die Schwärzung kein Vorgang ist, der unmittelbar die Moleküle oder die Atome affiziert, sondern erst grössere Gruppen von ihnen, die wir Elementargebiete nennen wollen. Wir können unter dieser Voraussetzung sagen, dass die Ordinaten unserer Kurven auch die mittlere Zahl der zur Zeit t entwickelten Elementargebiete angibt. Die Funktion

$$z = e^{-\ln 10 \cdot 0,012 \cdot t} = 10^{-0,512t}$$

gibt dann die Zahl derjenigen Elementargebiete an, die noch nicht entwickelt wurden. Die Grösse 0,012 oder auch $\ln 10 \cdot 0,012$ ist die sog. Geschwindigkeitskonstante der Reaktion, da sie die pro Zeiteinheit in den Schwärzungszustand übergehende Zahl der Elementargebiete bestimmt.

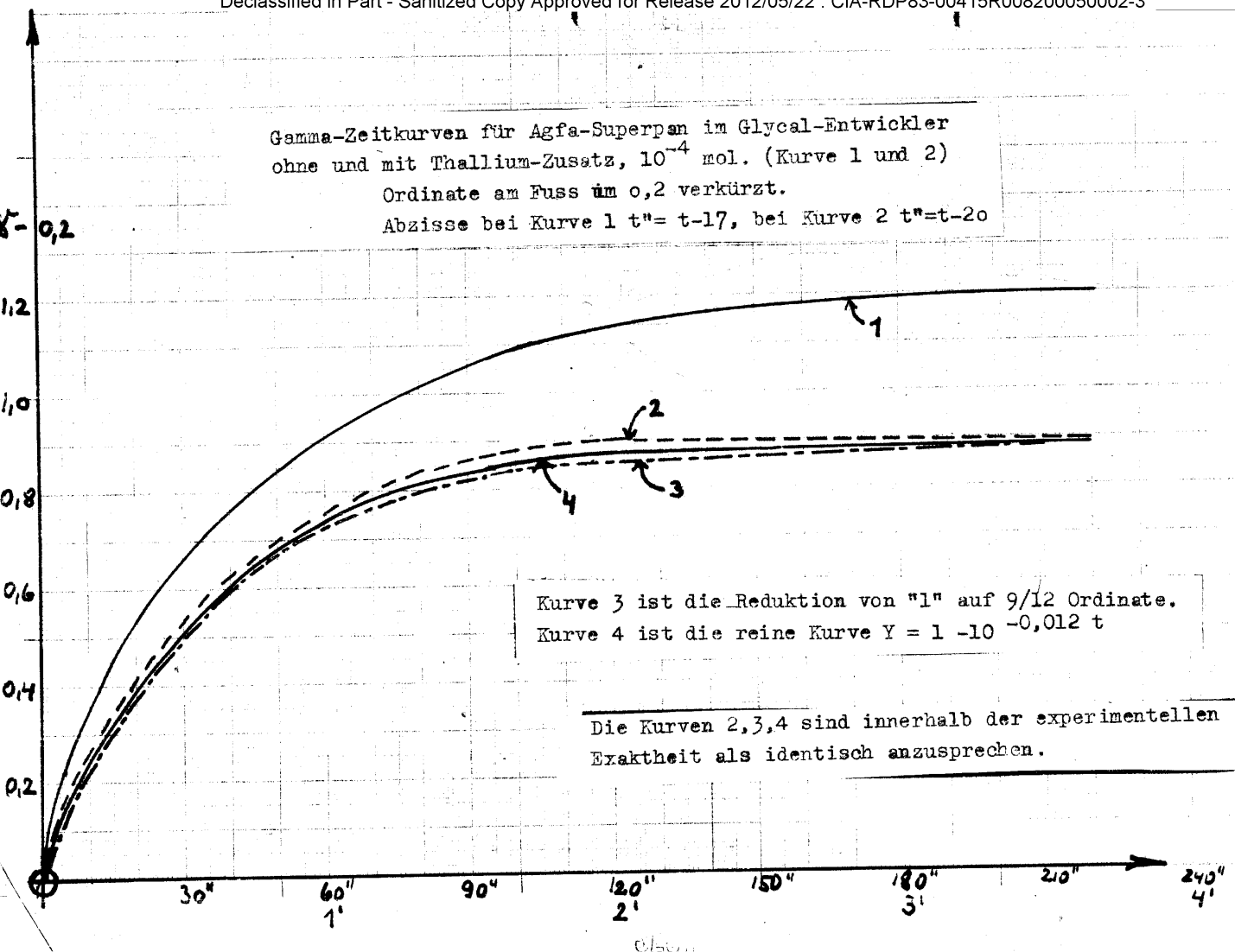
Wenn N_0 die Gesamtzahl der vorhandenen Elementargebiete ist, so ist die zur Zeit t noch nicht entwickelte Zahl der Gebiete

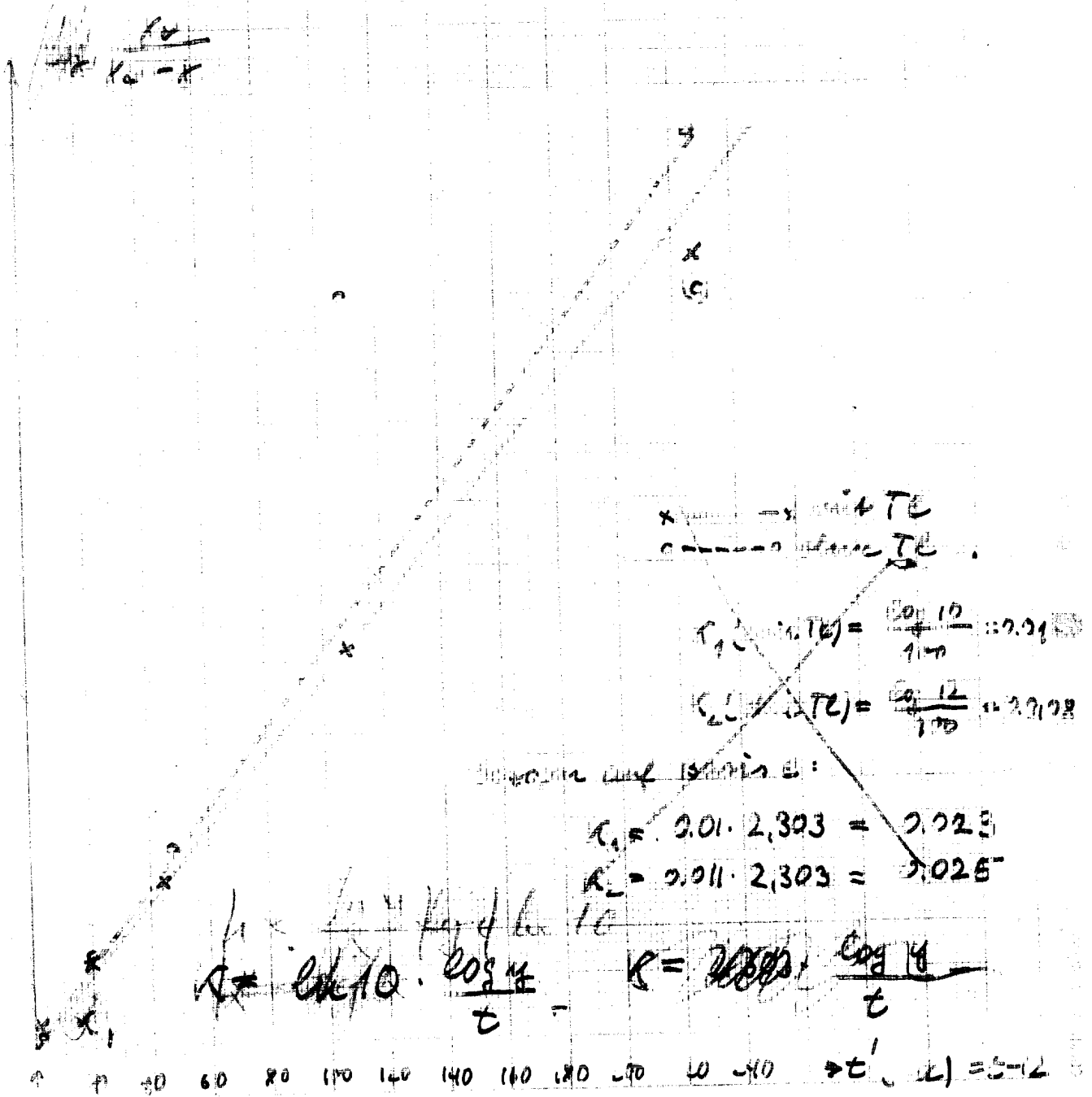
$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\ln 10 \cdot 0,012 \cdot t}$$

Zerlegen wir jetzt t in willkürlicher Weise in zwei Teilintervalle t_1 und t_2 , (deren Summe gerade t ergibt), so können wir die Gleichung auch so schreiben:

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\ln 10 \cdot 0,012 \cdot t_1} \cdot e^{-\ln 10 \cdot 0,012 \cdot t_2}$$

Diese Gleichung kann man aber so deuten: Anstatt anzunehmen, dass die Reaktion t sek. gedauert hat, kann man auch annehmen, dass die Reaktion nur t_2 sek. gedauert hat, nur mit dem Unterschied, dass zu Beginn des Intervalls t_2 (also zum Zeitpunkt t_1) nicht N_0 , sondern $N_0 \cdot e^{-\ln 10 \cdot 0,012 \cdot t_1}$ als Gesamtzahl der Elementargebiete anzusehen ist. Es bedeutet dies, dass die im Zeitintervall geschwärzten Elementargebiete nunmehr nicht mitsuzählen sind, dass aber die noch nicht zur Schwärzung gekommenen Elementargebiete so zu behandeln sind, also als sie der chemischen Reaktion





SECRET

Oberkommando
der Kriegsmarine
Mar Rüst/FEP III W

Berlin, den 26. Juli 1944.

Herrn

Dr. E. Hollmann, Georgental/Thür.

Einladung zum Colloquium

am 15.8.44 9 1/2 Uhr in Berlin-Wannsee, Am Sandwerder 5

Es sprechen Dr. Keller und Dr. Waetzig:

Entwicklung und Umkehr-Entwicklung photographischer
Schichten in schnellarbeitenden kombinierten Fixier-
Entwicklerlösungen, sowie einige grundsätzliche Fol-
gerungen daraus.

Im Auftrage:

Wagner

SECRET

Dr. Hollmann

22. Juli 1944.

Photochemisches Laboratorium
Dr. Maetzig/Dr. Keller.
Patentanmeldung F 93091.

Sehr geehrter Herr Doktor Maetzig!

In Sachen Ihrer Patentanmeldung (F 93091) nehme ich wie folgt Stellung:

Den von Ihnen geäußerten Gedanken, den gewünschten Gamma-Wert, der sich in an sich bekannter Weise auf Grund der beiden Faktoren Zeit und Entwickler-Umwälzgeschwindigkeit ergibt, auf Grund der Behauptung, dass der Gamma-Wert in der Praxis lediglich durch Veränderung der Entwicklungszeit eingestellt wird, nunmehr ohne Rücksicht auf die Entwicklungszeit allein mittels der Umwälzgeschwindigkeit einzustellen, halte ich nicht für schutzfähig. Unterstellt man nämlich einmal, dass nach Ihrem Vorschlag mittels der Umwälzgeschwindigkeit auf einen bestimmten Gamma-Wert eingestellt worden ist, so steht doch wohl ausser Zweifel, dass dabei auch eine bestimmte Entwicklungszeit vorausgesetzt werden muss oder mit anderen Worten: dass Änderungen der Entwicklungszeit auch notwendigerweise Änderungen des Gamma-Wertes nach sich ziehen müssen.

Ich nehme an, dass Anordnungen zur Änderung der Umwälzgeschwindigkeit z.B. Hähne, Ventile und dergl. bei den im praktischen Gebrauch befindlichen Entwicklermaschinen an sich vorhanden sind; infolgedessen ist es schwer, wenn nicht grundsätzlich unmöglich, bei einer im Betrieb befindlichen Entwicklermaschine anzugeben, ob der betreffende Gamma-Wert mit Hilfe der Entwicklungszeit oder der Umwälzgeschwindigkeit allein eingestellt worden ist, während in Wirklichkeit doch ein Abgleich auf Grund beider Faktoren stattgefunden hat.

Abgesehen von der aller Voraussicht nach mangelnden Erfindungshöhe ist der Umfang eines entsprechenden Schutzrechtes - unterstellen wir einmal, dass es wirklich erteilt worden sei - ausserst fraglich, um nicht zu sagen, gleich Null.

Wunschgemäss gebe ich Ihnen Ihren angeblichen Erfindungsgedanken für die eigene Verwendung frei.

Bezüglich der ursprünglichen Anmeldung F 93 091 überlassen wir die Entscheidung dem für derartige Fälle allein massgeblichen Patentamt.

Mit besten Grüßen und

Heil Hitler!

SECRET

SECRET**Photochemisches Laboratorium**

Werder/Havel, Hermann-Göring-Straße 125

Fernsprecher Werder 358

Postscheckkonto:
Berlin 257 960

Werder, den 17. Juli 1944 Dr-

Herrn

Dr. H. E. HollmannGeorgenthal / Thüringen=====
Dr. Frick - Str. 6Sehr geehrter Herr Doktor Hollmann!

Auf Ihr Schreiben vom 8.7. übersenden wir Ihnen in der Anlage die Unterlagen zu dem von uns monierten Patentvorgang F 93091

IXa/57c und zwar:

1. Die Patentanmeldung, so wie sie eingereicht worden ist.
2. Entgegenhaltung des Patentamtes vom 4.12.43.
3. Unser Schreiben vom 12.5.44.
4. Unseren neuen Patentanmeldungsentwurf vom 12.5.44.
5. Herrn Zwirners Antwort vom 18.5.44.
6. Herrn Zwirners Abänderung vom 1. vom 13.6.44.

Wie wir in unserem Brief (3) vom 12.5. deutlich sagen, ist der wichtigste Erfindungsgedanke (1) nur in einem Nebensatz ausgedrückt. Der Titel kennzeichnet ihn nicht, ebensowenig die Patentansprüche. Die ablehnende Haltung des Patentamtes zu dieser Anmeldung (2) ist also durchaus verständlich.

Der Erfindungsgedanke besteht darin, statt wie bisher die gewünschten Gammawerte bei der Filmentwicklung in Maschinen durch Veränderung der Entwicklungszeit einzustellen, diese Einstellung bei konstanter Entwicklungszeit durch eine variabel einstellbare Pumpe zu bewirken, die mittels zweier besonders ausgebildeter Rohrsysteme mit der Maschine verbunden ist und eine quer zur Filmrichtung variabel einstellbare Entwicklerbewegung erzeugt.

Es ist nicht unsere Absicht gewesen, eine Entwicklungsmaschine mit Entwicklerbewegung zu erfinden, denn soetwas gibt es in den verschiedensten Ausführungsformen und auch der wiederholte Bezug auf die Gleichstrom- oder Gegenstrombewegung, der nicht von uns stammt, verdeckt den Erfindungsgedanken, statt ihn herauszuarbeiten. Ein Zweifel daran, welches der Erfindungsgedanke war, konnte unserer Meinung nach nicht aufkommen, da dieses Maschinenpatent nur als Ergänzung zu den beiden Verfahrens-Patenten gedacht war, die die Forschungsgesellschaft von uns erworben hat.

Mit ergebenen Grüßen verbleiben wir Ihre

F. N. Keller *H. Maack*

6 Anlagen.**SECRET**

Forschungsgesellschaft
für Funk- und Tonfilmtechnik e.V.,
Berlin N.W.7, Robert Koch-Platz 1.

SECRET

*Form 17 namsg
für gef. Kenntnisnahme*

*13.6.44
Z.*

Berlin, den 12. Juni 1944.

Betr.: Patentanmeldung F. 93 091 IXa/57a.

Auf den Bescheid vom 4./20.12.1943.

In der Anlage wird eine Neufassung des Anspruches 1) überreicht mit der Bitte, diesen Anspruch anstelle des ursprünglich eingereichten Anspruches 1) dem weiteren Prüfungsverfahren zugrundezulegen.

Zu den Entgegnhaltungen wird folgendes bemerkt:

In der deutschen Patentschrift 123 229 ist eine Vorrichtung zum Entwickeln usw. photographischer Bildbänder beschrieben, bei der die zu entwickelnden Emulsion nicht in ein Entwicklungsbad eingeführt ist, sondern bei der der Entwickler lediglich von der Entwicklerlösung benetzt wird. Dieses Benetzen erfolgt durch ein Aufbrausen des Entwicklers auf einen Film. Man hat es also bei der vorliegenden Entgegnhaltung nicht mit einer Tankbewegung zu tun, wie sie in den üblicherweise verwendeten Entwicklungsmaschinen vorliegt. Aus diesem Grunde scheidet nach Ansicht der Anmelderin die vorliegende Vorveröffentlichung für den Erfindungsgegenstand aus.

Die Einrichtungen nach den deutschen Patentschriften 294 878, 666 460 und 687 925 verlangen im Gegensatz zu der vorliegenden Erfindung ausser den naturgemäss gegebenen Entwicklungströgen oder Entwicklungsröhrensystemen zusätzlich die Bereitstellung von weiteren Einrichtungen, wie in die Entwicklungsröhren einzufügende besondere Rohrsysteme oder andere Verteilereinrichtungen, die also als zusätzliche Bauelemente in den Entwickler eingefügt werden müssen. Beim Gegenstand vorliegenden Erfindung fallen alle diese in den Ent

SECRET

1941 - 2 -

Entwickler einzuführenden zusätzlichen Einrichtungen fort, was unzweifelhaft einen technischen Vorteil mit sich bringt, dessen Patentwürdigkeit offensichtlich ist.

Zur besseren Abgrenzung gegenüber dem Gegenständen der beigebrachten Vorveröffentlichungen wurden deshalb der in der Anlage beigegefügte neu gefasste Anspruch 1) der Prüfungsstelle überreicht, an den sich die weiteren Ansprüche anzuschliessen haben.

K. Z.

K. Zwirner
Allg. Vollm.
Nr. 183/1941

JNEI

50X1-HUM

Patentanspruch 1)

- 1) Verfahren zum Entwickeln von Aufzeichnungsträgern (Filmen) bei Entwicklungsmaschinen, die nach dem Gleichstrom- oder Gegenstromprinzip arbeiten, dadurch gekennzeichnet, dass dem Entwickler durch eine die Wände der Entwicklungseinrichtung durchsetzende Entwicklerbewegung eine zusätzliche, parallel zur Ebene des Filmes verlaufende, quer zur Laufrichtung ausgerichtete laminare Bewegung erteilt wird.

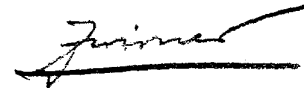
JNEI

Mitteilung**SECRET**Von: Z w i r n e r /Zi.den 18. Mai 1944.An: Photochemisches Laboratorium Dr.Keller/Dr.MaetzigBetrieff: Patentanmeldung F. 93 091 IXa/57c.

Ihrem Schreiben vom 12.5.d.Js. zu den Entgegenhaltungen im Bescheid vom 4.12.1943 ist mit Abs. 2 zu entnehmen, dass die der Anmeldung zu Grunde liegende Beschreibung von mir abgefasst worden wäre. Ich möchte der Ordnung halber feststellen, dass hier als Unterlage eine Niederschrift vorliegt, die von Ihnen an Frau Weidmann diktiert und von mir geringfügig stilistisch verändert als Unterlage zur Anmeldung benutzt worden ist. Die an Ihre Darlegungen anschließenden Schlussfolgerungen beruhen also auf einem Missverständnis Ihrerseits, da Sie sich offenbar nicht mehr der Ausgangssachlage erinnern.

Ob und inwieweit die vorliegenden Entgegenhaltungen zu einer Zurückziehung oder zu einer wesentlichen Einschränkung der vorliegenden Anmeldung führen müssen, werde ich nochmals vor einem endgültigen Beschluss über das Schicksal der Anmeldung an Hand der Vorveröffentlichungen genau überprüfen. Bei einer etwaigen Neuanschuldung auf Grund Ihrer Unterlagen werde ich Ihnen - wie auch in allen anderen Anmeldungen bisher geschehen ist - vor Einreichung beim Patentamt den Entwurf zur Durchsicht überlassen. Ich möchte Ihnen schon jetzt mitteilen, dass der von Ihnen neuordnend herausgestellte Gesichtspunkt der Konstanzhaltung der Entwicklungszeit für alle gewünschten Gamma-Werte in dem mir überlassenen, an Frau Weidmann diktierten Entwurf an keiner Stelle enthalten gewesen ist.

Bei dieser Gelegenheit reiche ich Ihnen zwei der mir bei meinem letzten Besuch bei Ihnen überlassenen Anmeldungsentwürfe zurück, nachdem Abschriften angefertigt worden sind.



Anlagen.

SECRET

Entwicklungsmaschine mit zusätzlicher Entwicklerbewegung.
DEVELOPING MACHINE WITH ADDITIONAL DEVELOPER AGITATION.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Entwicklungsmaschine, bei der neben der an sich bekannten Bewegung des Entwicklers entweder in Gleichstrom- oder in Gegenstromprinzip eine zusätzliche Bewegung der Entwicklungsflüssigkeit durchgeführt wird.

Der Film wird durch einen oder mehrere hintereinander geschaltete Entwicklertrüge hindurchgeführt, um dann in bekannter Weise der Zwischenentwicklung, Fixierung, Waschung und Trocknung ausgesetzt zu werden. Der oder die Entwicklungstrüge enthalten in bekannter Weise je einen Satz Transportrollen oben und unten, so dass der Film in die Maschine eingeführt werden kann, in dem er jeweils nacheinander auf einer oberen und unteren Transportrolle aufliegt. Hierbei ist es möglich, den Film in einer einfachen Schlangenlinie fortzuschreiten zu lassen; man kann jedoch auch eine solche Filmführung vorsehen, bei der jeweils mehrere Transportrollen auf einer Achse vorgesehen sind, so dass der Film jeweils auf n oberen und $n + 1$ oder $n - 1$ unteren Transportrollen vollständige Schleifenwege vollführt, bevor er zum nächsten Rollensatz weitergeführt wird.

Das dem Film umgebende Entwicklungsbad soll nun erfindungsgemäß mit einer vorzugsweise quer zum Lauf des Films gerichteten Bewegung variabel einstellbar am Film vorbeiströmen. Die beiden Längswandwände des oder der Entwicklungstrüge werden z.B. mit einer Vielzahl von gleichmäßig verteilten Löchern versehen. Durch diese Löcher wird auf der einen Seite der Entwickler in die Maschine hineingepumpt und auf der anderen Seite abgepumpt. Zu diesem Zwecke ist an jedem der Löcher eine

SECRET

- 2 -

Behrleitung angetrieben, sämtliche Behrleitungen einer Seite werden an einer Hauptaufleitung vereinigt, während die Einzelröhren der anderen Seite in eine Hauptabflussleitung vereinigt werden. Diese beiden Hauptleitungen werden einer Pumpe variabler Pumpleistung angeführt. Diese Pumpe schliesst den Entwicklerkreislauf. Mit steigender Pumpleistung wird also eine steigende Entwicklermenge in der Zeiteinheit quer zur Filmaufrichtung die Maschine durchströmen und auf diese Weise durch variable Einstellung der Pumpe eine proportional variable Entwicklermenge an Film vorbeiführen.

Die Entwicklerbewegung, die auf diese Weise erreicht wird, ist vorwiegend laminar und verläuft fast ausschließlich quer zur Filmaufrichtung, so dass sie das Auftreten von Entwicklungstreifen mit grösster Sicherheit verhindert. In Abänderung des Erfindungsgedankens lässt sich aber auch eine Wirbelbewegung in den Entwicklungsträgern erreichen, wenn man nämlich die an den Düsenröhren führenden Behrleitungen in zwei Gruppen zusammenschaltet, von denen die eine jeweils als Zulauf- und die andere als Ablaufgruppe funktioniert.

Das vorbeschriebene Prinzip der Bewegung der Entwicklersubstanz kann auch Anwendung finden für anderweitige chemische Behandlung eines Filmes mit Hilfe in Flüssigkeit gelöster Substanzen beliebiger Art, bei denen die Einwirkung davon abhängig ist, ob der Film dadurch beeinflusst wird, dass er einen Teil der wirksamen Substanz mit sich fortführt und dadurch den Austausch der verbrauchten Stoffe gegen neue Stoffe verhindert oder erschwert. Die Anwendung des Erfindungsgedankens ist also nicht beschränkt auf Maschinen zur Entwicklung allein, sondern zu irgendeiner anderen chemischen Beeinflussung.

SECRET

Patentansprüche :**PATENT CLAIMS**

- 1) Verfahren zum Entwickeln von Aufzeichnungsträgern (Filmen) bei Entwicklungsmaschinen, die nach dem Gleichstrom- oder Gegenstromprinzip arbeiten, dadurch gekennzeichnet, dass dem Entwickler eine vorwiegend quer zum Lauf des Films gerichtete Bewegung erteilt wird.
- 2) Abänderung des Verfahrens nach Anspruch 1), dadurch gekennzeichnet, dass dem Entwickler eine sukzessive Wirbelbewegung erteilt wird.
- 3) Entwicklungsmaschine zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1), dadurch gekennzeichnet, dass zum Zwecke der Erzeugung einer Entwicklerbewegung quer zum Lauf des Films in den parallel zur Laufrichtung des Films vorhandenen Begrenzungswänden der Entwicklertrüge Röhren oder Rohrsysteme einbauen, die einzeln, gruppenweise oder insgesamt über ein Pumpwerk miteinander verbunden sind, das den regelbar einstellenden Umlauf der Entwicklerflüssigkeit zur Laufrichtung des Films bestimmt.
- 4) Entwicklungsmaschine nach Anspruch 3), dadurch gekennzeichnet, dass zum Zwecke der Erzeugung einer wirbelnden Entwicklerbewegung quer zum Lauf des Films in den parallel zur Laufrichtung des Films vorhandenen Begrenzungswänden der Entwicklertrüge Röhren oder Rohrsysteme einbauen, die einzeln, gruppenweise oder insgesamt zwecks Erzielung einer wirbelnden Bewegung über ein Pumpwerk miteinander verbunden sind, das den regelbar einstellenden Umlauf der wirbelnden Entwicklerflüssigkeit bestimmt.

"LIGEL"

SECRET

ELECTRO-ACOUSTISCH LABORATORIUM
p/a LAB. v. TECHNISCHE PHYSICA

DELFT,
MIJNBOWWPLEIN 11

✓

ZULASSIGE VERZERRUNG BEI TONWIEDERGABE
PERMISSIBLE DISTORTION IN SOUND REPRODUCTION.

ENGINEER

Ing. J. v. d. RIJK.

BERICHT No 1
REPORT NO 1

PERIODE : bis zum 1. Januar 1943.
PERIOD : UP TO JAN. 1, 1943

INHALT:

I	EINLEITUNG, KURZE BESPRECHUNG VERSCHIEDENER ARTEN VON VERZERRUNG	S. 1
II	APPARATUR FUER IDEALE SCHALLPLATTEN-WIEDERGABE	S. 5
a)	Schallplatten	S. 5
b)	Pick-ups	S. 6
c)	Filter fuer tiefe Toene	S. 7
d)	Verstaerker (Kraft)	S. 8
e)	Regelverstaerker	S. 10
f)	Lautsprecher	S. 10

ANHANG:

MESSUNGEN IM ASTA THEATER IM HAAG

SECRET

I. EINLEITUNG.

Bezweckt ist zu erforschen welche Forderungen an die verschiedenen Schaltungen, die bei Tonwiedergabe in Betracht kommen, gestellt werden muessen.

Mit Tonwiedergabe kommt sozusagen jedermann in Beruehrung, wird sie doch beim Rundfunk, beim Grammophon, Telephon, Film usw. angewandt. Die gewoehnliche Qualitaet dieser Wiedergabe ist weit vom Ideal entfernt; wir werden uns dieser Unvollkommenheiten aber erst recht eigentlich bewusst, sobald wir unsere Aufmerksamkeit besonders darauf richten.

So kommt es, dass wir von einem Rundfunkkonzert geniessen, trotz Mangel der hohen und tiefen Toene, welcher hier stattfindet; es ist nicht unwahrscheinlich, dass hierbei die Erinnerung uns unbewusst darueber hinwegtaeuscht.

Hieraus duerfen wir aber nicht folgern, dass es ueberfluessig ist nach Verbesserung zu streben. Wenn wir die Gelegenheit haben eine sogenannte Qualitaetswiedergabe zu hoeren, d.h. eine Wiedergabe, ^{bedeutend} die vielleicht gar nicht vollkommen ist aber jedenfalls ^{besser als} die gewoehnliche, so stellen wir aber bestimmt den Unterschied fest. Es soll darum eine "ideale Wiedergabe" angestrebt werden, unter der wir eine Wiedergabe verstehen, die gehoerlich nicht von der urspruenglichen Darstellung unterschieden werden kann.

N.B. Dies heisst nicht, dass die Tonwellen, die unser Ohr erreichen bei der urspruenglichen Darstellung und bei der Wiedergabe physikalisch dieselben sind; wenn wir nur keinen Unterschied hoeren, So ist z.B. laut des Gesetzes von Ohm unser Ohr nicht im Stande eine Veraenderung in dem Phasenverhaeltnis der Komponente eines zusammengesetzten Tones zu unterscheiden; hierdurch werden Tonwellen mit sehr verschiedenem Druckverlauf als Funktion der Zeit doch als denselben Ton wahrgenommen. Vgl. z.B. Philips Technische Tijdschrift 4, 181, 1939.

Dass eine ideale Wiedergabe sehr wohl annaehierend erreicht werden kann, geht u.A. aus dem bekannten Versuch hervor, bei dem wir die Musik des Philadelphia Symphony Orchestra, der in Philadelphia spielte, ueber einen Telefondraht nach Washington geleitet wurde (Abstand za. 225 km.) und dort in einem Saal mit so grosser Getreueheit wiedergegeben wurde, dass die Illusion, der Orchester waere selber im Saal anwesend, erreicht ward. Dieser Versuch wird beschrieben in "Electrical Engineering" vom Januar 1934. Fuer eine hollaendische Bearbeitung dieses Artikels sehe "Radio- en electro-acoustiek" Mai 1934 u.f.

Wenn wir den Abweichungen nachgehen, die bei Uebertragung entstehen koennen, so kommen wir zu den folgenden Moeglichkeiten.

- 1) die Amplitude (Lautstaerke) kann anders sein, sowohl absolut, wie auch als Funktion der Frequenz;
- 2) die Phase kann anders sein, ebenso sowohl absolut als auch als Funktion der Frequenz;
- 3) es koennen neue Toene, dazu produziert werden
 - a. harmonische
 - b. Summierungs- und Differenztoene

- 4) es koennen Toene ausfallen;
- 5) die Dynamik (Verhaeltnis zwischen groesster und kleinster Lautstaerke) kann anders sein, auch diese Veraenderung kann wieder von der Frequenz abhaengig sein;
- 6) die Frequenz kann verandert sein.

Wenn wir diese 6 Moeglichkeiten naecher betrachten, dann stellt sich gleich heraus, dass Punkt 2 (jedenfalls vorlaeufig) im Wegfall kommen kann. Aus den Versuchen von Dr. Schouten mit der optischen Sirene, welche Versuche in dem obengenannten Artikel in Philips Technische Tijdschrift beschrieben wurden, folgt naemlich, dass das Phasenverhaeltnis gleichgueltig ist. Punkt 4 braucht nicht gesondert behandelt zu werden, da es ein besonderer Fall von Punkt 1 ist.

Was die zulaessige Veraenderung der Dynamik (Punkt 5) betrifft, scheint wenig bestimmt zu sein. Fuer das Verhaeltnis der maximalen zur minimalen Lautstaerke bei Orchestermusik wird 70 decibel angegeben, waehrend fuer normale Grammophonplatten mit 30 db. gerechnet werden kann.

In der Praxis stellt sich dies nur selten als unbefriedigend heraus, waehrend die Wachsaufnahme mit ungefaehr 50 db schon als besonders gut empfunden wird.

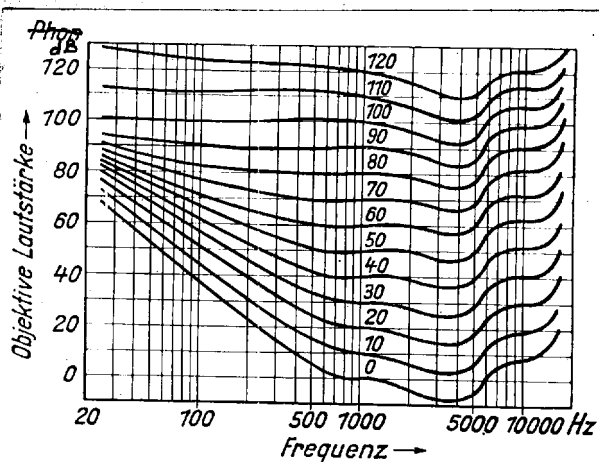


Abb. 1. Kurven gleicher Lautstaerke nach Fletcher und Munson.

Die Abhaengigkeit der Dynamik von der Frequenz tritt sehr oft in Erscheinung und hat als Grund z.B. die Tatsache, dass die Lautstaerke bei der Wiedergabe anders ist als bei der urspruenglichen Darbietung. Wenn fuer alle Frequenzen die Tonstaerke eine selbe Anzahl db (Energienmass) niedriger ist, dann werden fuer das Gehoer die niedrigen und die hohen Toene relativ viel mehr geschwaecht als die Toene aus dem Mittelgebiet, wie sich aus Abb. 1 ergibt, worin die horizontalen Linien einen konstanten Energiewert (db) darstellen und die fettgedruckten Linien eine konstante Tonstaerke (Phon).

Um dieser Erscheinung vorzubeugen wuerden z.B. beim Drehen des Verstaerkerreglers alle Frequenzen eine gleiche Anzahl Phone anstatt einer selben Anzahl db veraendern muessen. Dies ist schwer erreichbar, aber auch eine Annaeherung kann den musikalischen Genuss sehr erhoehen. Eine solche "physiologische" Volumenregulierung" ist natuerlich ueberfluessig, wenn die Musik mit ungefaehr normaler Staerke reproduziert wird. Wenn dies aber nicht der Fall ist und ist bei der Reproduktion die Tonstaerke anders als bei der Produktion, dann wird eine Veraenderung der Tonstaerke von einer gewissen Anzahl Phone hier, uebereinstimmen mit einer Veraenderung einer anderen Anzahl Phone dort, abhaengig von der Frequenz.

- 3 -

Was Punkt 6b betrifft eine solche Frequenzveraenderung tritt z.B. auf bei einer Schallplatte oder bei einem Film (Ton), die mit einer fehlerhaften Geschwindigkeit laufen. In diesen Faellen veraendert zu gleicher Zeit das Tempo. Es ist abder auch denkbar, dass das Tempo konstant bleibt, waehrend doch die Frequenzen veraendern z.B. dadurch dass auf irgendeine Weise alle Frequenzen mit einem konstanten Betrag erhoeht oder erniedrigt werden. Es kann sogar eine Umkehrung des Frequenzverlaufes auftreten, sodass hoehere Toene als niedrigere wiedergegeben werden und umgekehrt.

Dies kann vorkommen bei Radio-Empfaengern mit ungenuegender Selektivitaet. Wenn naemlich ein Teil der Seitenbaender eines nahen Senders mit empfangen wird. Eine solche Umkehrung des Frequenzverlaufes ist natuerlich vollkommen unzuessaessig. Sehr kleine Schwankungen der Geschwindigkeit einer Schallplatte oder des Tonfilms sind ausserordentlich stoerend, aber auch eine Geschwindigkeit die konstant zu hoch oder zu niedrig ist, kann schon bei ziemlich kleinen Abweichungen der richtigen Geschwindigkeit stoerend wirken; die zuessaessigen Abweichungen sind wohl einigermassen abhaengig von der Art der Musik, vermutlich spielt die Tempoveraenderung hier die groesste Rolle.

Eine Erhoehung oder Erniedrigung der Frequenzen bei konstantem Tempo kommt nicht oft vor, sie ist sehr stoerend, da die harmonische Verhaeltnisse verloren gehen, sodass ein sehr unangenehmes Resultat zu erwarten ist. Eine solche Frequenzveraenderung wuerde man z.B. bekommen bei Radioempfang durch Elimination der urspruenglichen Tragwellen und eines Seitenbandes/ mit Hilfe einer neuen Tragwelle, die eine andere Frequenz als die urspruengliche aufweist.

Eine Frequenzveraenderung die auf eine Erhoehung oder Erniedrigung des Kamertonen beruht, wuerde viel weniger stoerend wirken.

Es ist ja bekannt, dass der Kamerton im Laufe der Zeiten ziemlich verschiedene Werte aufgewiesen hat, sodass viele Musikwerke heute in anderer Tonhoehe gespielt werden als in der Zeit ihres Entstehens. Eine solche relativ geringe Frequenzveraenderung als Folge einer akustischen Uebertragung ist mir aber nicht bekannt. Wohl wuerde man z.B. durch Frequenzverdopplung das ganze eine Oktave verschieben koennen.

Die Punkte 1) und 3) bleiben jetzt noch uebrig und die sind auch die bedeutendsten.

Abb. II Grenzen der Hoerbarkeit
Abb. datiert aus 1934

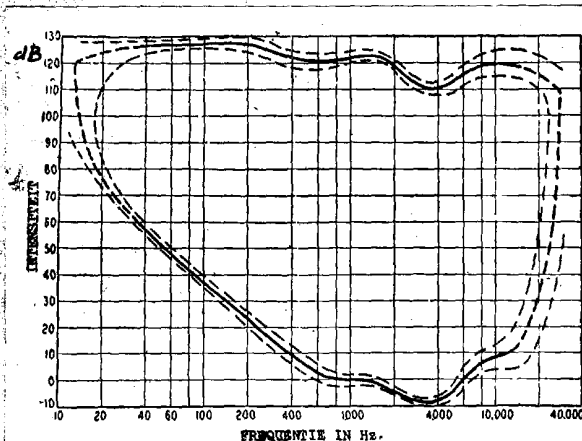


Fig. 2. Grenzen van hoorbaarheid volgens nieuwere proefnemingen.

Punkt 1. Welche Forderungen muessen an die Linearitaet der Uebertragung gestellt werden? Aus Abb. II sehen wir, dass fuer die niedrigsten und hoechsten hoerbaren Toene die gehoerschwelle ziemlich hoch liegt, sodass diese Toene nur gehoert werden falls sie mit ziemlich betrachtliche Intensitaet auftreten.

- 4 -

Fuer die niedrigsten Toene kommt eine solche hohe Intensitaet vor, die allerhoechsten Toene kommen in der Musik gesondert aber nicht vor und treten nur als Obertoene auf. Sind es Obertoene von an sich hohen Toene, so sind sie im allgemeinen schwach, da die hohen Toene meistens bedeutend schwaecher sind als Toene aus tieferem Gebiete; sind es Obertoene niedriger Toene, die selbst kraeftig sind, so werden sie doch schwach sein, da es dann Obertoene ziemlich hoher Ordnung betrifft. Wir koennen also erwarten, dass die allerhoechsten Toene nur selten mit hoerbarem Intensitaet auftreten.

Die Literatur gibt an, dass Abschneiden ueber 13000 Hz schon bemerkbare Qualitaetsaenderung in der Wiedergabe des kleinen Trommels, der Becken und Kastagnetten gibt. Toene unter 33 Hz kommen in der Musik selten vor. Mit Bezug auf die "residue"-These von Dr. J.F. Schouten (Proceedings Kon.Ned.Acad. v. Wetenschappen, 43, 356-365, 1940) wuerden wir die Wiedergabe vielleicht nicht auf die niedrigsten Toene auszudehnen brauchen, da laut Theorie, der Grundton subjektiv geformt wird aus einer Versammlung von Obertoenen; damit wir sicher gehen wollen, stellen wir als Forderung: eine fast gerade Wiedergabecharakteristik von 30 oder 35 Hz bis ca. 15000 Hz. In Verbindung mit Punkt 5 gilt diese Forderung nur fuer den Fall, dass die Laetstaerke bei Produktion und Reproduktion die gleiche ist, Ist die Reproduktionsstaerke z.B. geringer, dann wird eine nicht-lineare Frequenzcharakteristik noetig sein; in Energiemass ausgedrueckt werden die tiefen sowohl als die hohen Toene staerker als das Mittelgebiet wiedergegeben werden muessen, damit fuer das ganze Gebiet Toene, die mit einem selben Phonwert produziert werden auch bei der Reproduktion unter einander gleichen Phonwert haben (siehe Abb.I). Sogenannte Spatzen in der Frequenzcharakteristik, wie z.B. auftreten koennen bei der Resonanzfrequenz von Lautsprechern oder Transformatoren muessen kleiner als 3 db sein, am besten kleiner als 1 db. Veraenderungen ueber ein groesseres Frequenzgebiet duerfen wohl 3 db betragen ohne bemerkt zu werden. Diese Zahlen beanspruchen als rohe Schaetzungen keine Genauigkeit.

Punkt 2 Das Auftreten von Toenen, die urspruenglich nicht anwesend waren, namentlich von harmonischen der wohl urspruenglich anwesenden Toene, nebst Summierungs- und Differenztoenen, ist eine Folge der sogenannten nicht-linearen Verzerrung. Erforschung bis zu welcher Quantitaet diese Nebentoene zulaessig sind, ohne dass die Qualitaet der Reproduktion unzulassigerweise zurueckgeht, wird die Beschaeftigung der kommenden Monate sein. Vielleicht wird es moeglich sein zu gleicher Zeit einige Daten zu bekommen ueber die zulaessige lineare Verzerrung, z.B. dadurch dass fuer verschiedene Musikinstrumente festgestellt wird, welches Frequenzgebiet fuer die richtige Wiedergabe von Bedeutung ist. Es scheint wuensenswert, die Forschung nach der zulaessigen nicht-linearen Verzerrung nicht nur mit Musik, sondern auch mit gesonderten Toenen anzustellen. Hierfuer wird die optische Sirene das angewiesene Instrument sein.

II APPARATUR FUEER IDEALE SCHALLPLATTEN-WIEDERGABE.

Als erster Versuch eine passende elektro-akustische Wiedergabe-Apparatur zu bekommen, wurde vorlaeufig eine Apparatur angestrebt, die eine moeglichst gute Wiedergabe von Schallplatten erlaubt. Wir wollen also, dass die totale lineare Verzerrung unhoerbar klein ist, wie natuerlich auch die nicht-lineare Verzerrung. Diese letzte haben wir nicht ganz in der Hand, da die in der Schallplatte anwesende nicht-lineare Verzerrung nicht mehr behoben werden kann, dies im Gegensatz zu der linearen Verzerrung. Lineare Verzerrung ist bei Schallplatten reichlich vorhanden,

a) Schallplatten.

Die Schallplatten, die verhandelt werden, sind alle aufgenommen mit Berlinerschrift und mit dem System der konstanten, maximalen Geschwindigkeitsamplitude. In Amerika wird fuer Rundfunk hauptsaechlich die Edisonschrift verwendet, was den Vorteil einer viel laengeren Spieldauer der Platten hat, aber was sich etwas unguenstiger zeigte mit Bezug auf die nicht-lineare Verzerrung. (siehe S.J. Begun Proc.Inst.Rad.Engrs., N.W.28(1940) Seite 389 Auszug in E.T.Z. 63, 374-375, 1942)

Da dieses Letzte nicht gehoermassig, aber theoretisch scheint entdeckt zu sein, wird dass vermutlich in der Praxis keine ernsthafte Beschwerde ergeben. Laut desselben Artikels ist auch ein Kristallschneider entwickelt worden fuer Schnitt mit konstanter maximaler Amplitude. Auf diese Weise aufgenommene Platten koennen dann mit einem Kristall Pick-up abgespielt werden ohne Tonkorrektur.

Wir haben aber nur zu schaffen mit konstanter maximaler Geschwindigkeitsamplitude, d.h. dass unabhaengig von der Frequenz bei konstanter Energie auch eine konstante Geschwindigkeitsamplitude des Schneidmessers und also auch der Pick-up Spitze gehoert. Dies hat einen grossen Vorteil fuer elektro-dynamische und elektro-magnetische Pick-ups; die Veraenderung des magnetischen Stromes, welche durch die Spule geht ist ja doch auch pro Zeiteinheit konstant und also auch die Ausgangsspannung; wir haben also eine lineare Frequenzcharakteristik! (Fuer Kristall-Pick-ups stimmt dies nicht, wir koennen diese aber auch ausser Betracht lassen u.A. wegen des Plattenverschleiss, welchen sie, wie man sagt, verursachen; auch elektrostatische und variable Widerstand-Pick-ups lassen wir ausser Betrachtung, da sie praktisch nicht verwendet werden.)

Leider ist diese eine Idealisierung der Wirklichkeit. Sogar wenn die Platte wirklich nach dem System der konstanten Geschwindigkeitsamplitude geschnitten sein wuerde, so ergeben doch noch die meisten Pick-ups keinen konstanten Ausgangsspannung, u.A. als Folge des Auftretens verschiedener Eigenfrequenzen, wovon die stoerendste wohl die ist des Nadel-Nadelhalter-Systemes, Anker und Ankeraufhaengung ist.

Bei dem von uns verwendeten Telefunken Pick-up T.O.-1001 ist diese Frequenz durch die ausserst leichte Konstruktion und durch den Gebrauch einer sehr leichten und kurzen Saffiernadel erhoeht bis ueber 6000 Hz (siehe Abb.V) wo sie nicht mehr stoerend erscheint. Aber die Platte ist in Wirklichkeit nicht mit einer konstanten Geschwindigkeitsamplitude geschnitten. Die Geschwindigkeit ist die erste Fluktion der Ausweichung; eine konstante Geschwindigkeitsamplitude bedeutet daher ein konstantes Produkt der Frequenz und Amplitude, fuer niedrige Frequenzen also grosse Amplituden. Schneiden mit grosser Amplitude gibt Ablass zu nicht-linearer Verzerrung und weiter zu einer kurzen Spieldauer der Platte (in Berlinerschrift). Daher dass man eine Grenze setzt fuer die maximale Amplitude, und das Gebiet der tiefsten Frequenzen also schneidet mit konstanter, maximaler Amplitude.

Hierdurch wird die Ausgangsspannung des Pick-ups fuer dieses Gebiet der Frequenz proportional. Die Frequenz, wo die Spannung einen Abfall zeigt ist nicht normalisiert und erscheint von Platte zu Platte verschieden. Sie liegt zwischen 250 und 1000 Hz. Fuer hohe Frequenzen wird die Amplitude klein bei konstanter Energie, aber da diese fuer die hohen Frequenzen im allgemeinen selbst auch beträchtlich abfaellt, wird die Amplitude so klein, dass sie der Koerngrösse des Materials der meisten Platten vergleichbar wird (bemerkenswert ist das tiefe Rauschniveau einiger Columbia-Platten, besonders der L.X. Serie), sodass das Tonniveau nicht viel mehr ueber das Rauschniveau hinauskommt: Zwecks Verbesserung laesst/die hohen Toene beim Schnitt bisweilen mehr oder weniger hervortreten. Um diese lineare Verzerrung der Schallplatte zu beheben, muessen wir in der Verstaerkerinstallation die hohen und tiefen Toene regulieren koennen, besonders das Hervorheben der tiefen Toene ist von grosser Bedeutung, da der von uns verwendete Telefunken Pick-up linear ist.

b) PICK-UP

Der einzige gute Pick-up, der zur Verfuegung stand, war der Telefunken T.O.-1001, mit Rauschfilter und Transformator. Der Rauschfilter hat einen Schalter mit 2 Staenden. In Abb.III und IV sind diese mit Hilfe der Telefunken Frequenzplatte und dem Philipsthermionischen Roehrenvoltmeter (Eng.Imp. 1,2 M Ω) aufgenommenen Frequenzcharakteristiken fuer diese beiden Staende gezeichnet. Ausschaltung des Rauschfilters ergab bis 6000 Hz dieselbe Charakteristik als Abb.IV (hoehere Frequenzen sind auf der Frequenzplatte nicht da). Abb.V gibt die/fuer den Pick-up an sich, wie er auch weiter gebraucht wurde. Wohl hat der hintergeschaltete Filter keine konstante Impedanz, aber doch eine, die immer gross ist im Verhaeltnis derjenigen des Pick-ups (wofuer za.100 Ω angegeben wird), wie auch ~~bis~~ dieser Messung der Fall war. Die Charakteristik ist also praktisch gerade und demzufolge muessen wir einen Filter fuer die Bevorzugung der tiefen Toene bauen.

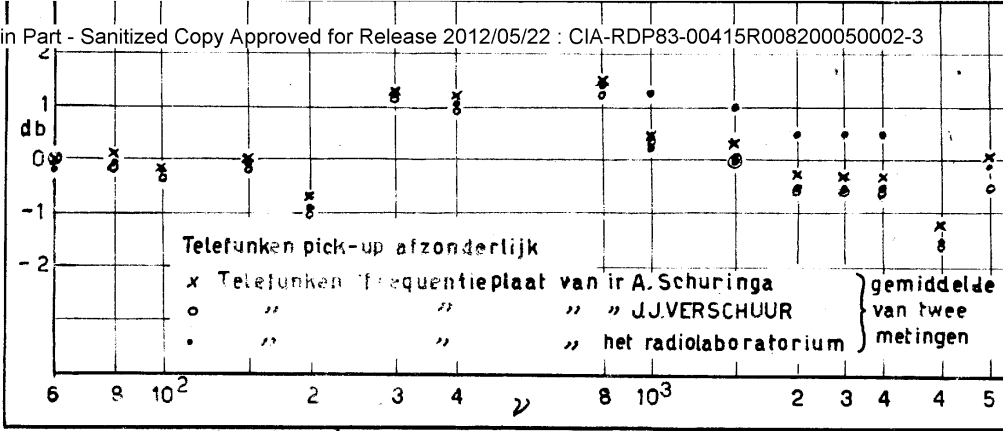


Fig 5

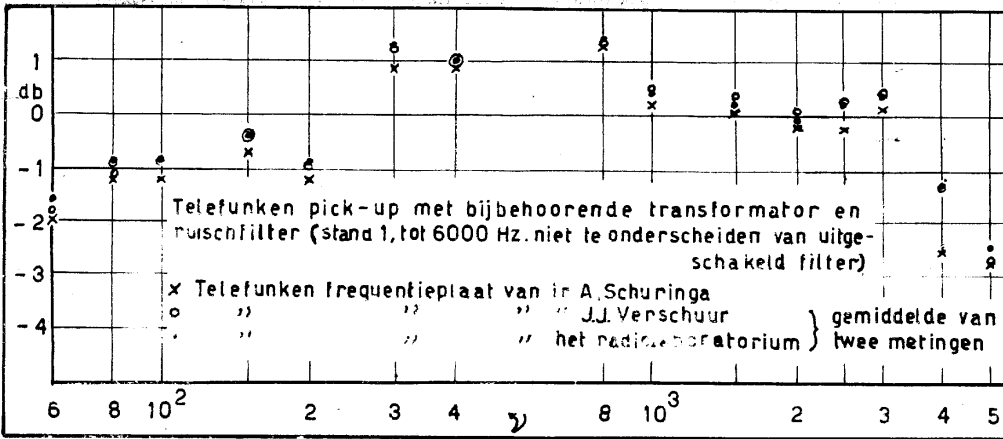
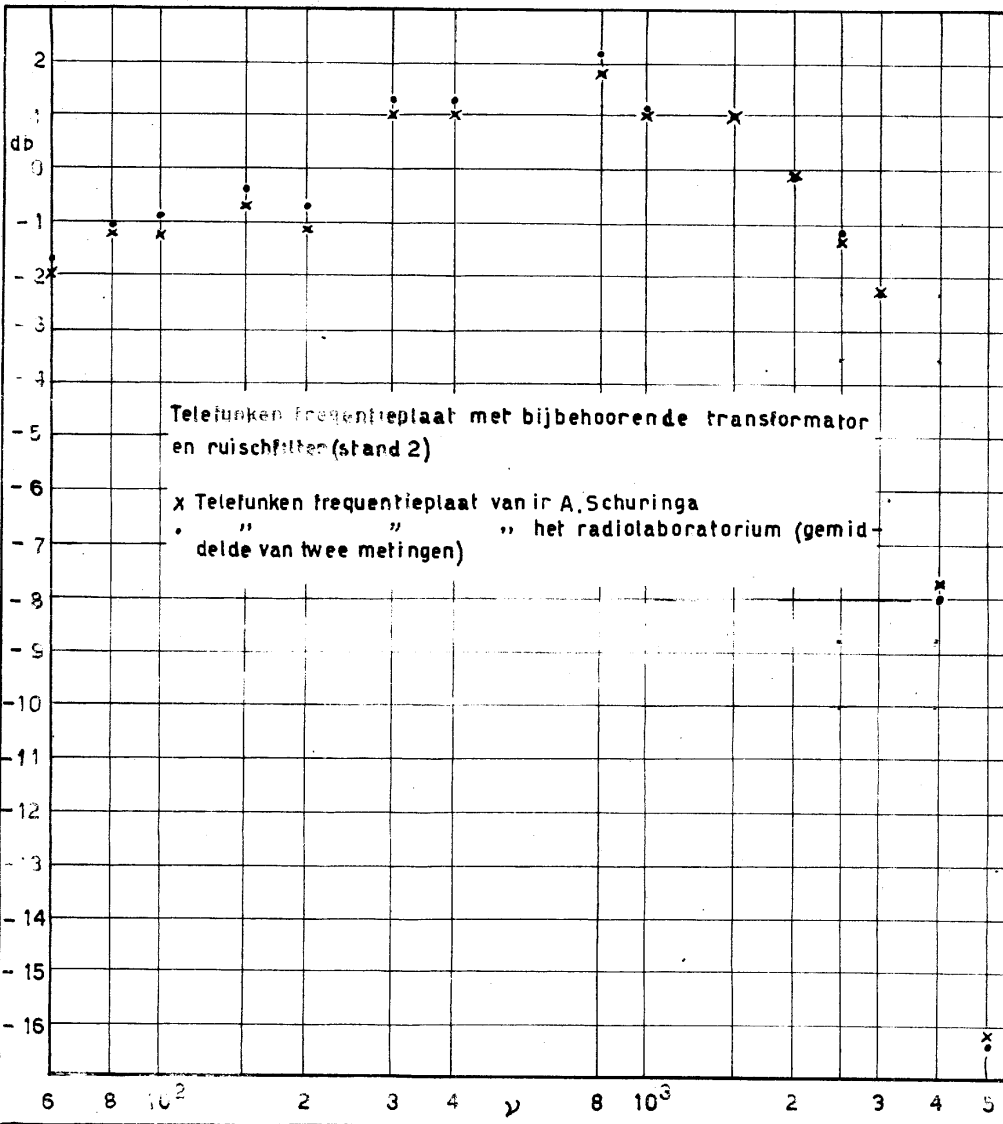


Fig.4



✓ Die Differenzlöse können aber schon lokal stören werden,
da sie zum Teil in das Gebiet der größten Gehörmpfindlichkeit
fallen

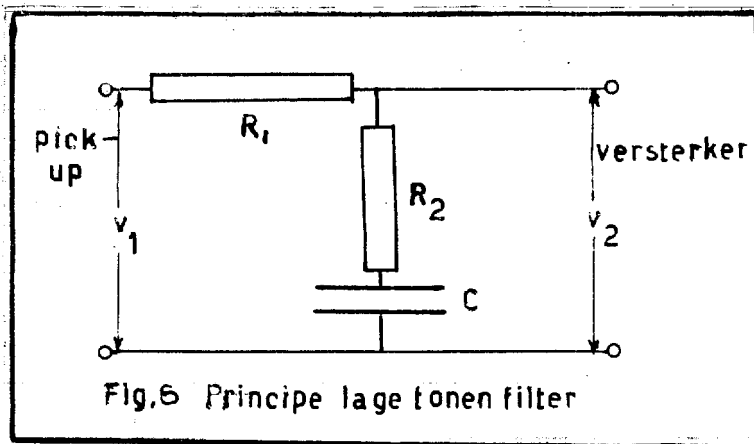
- 7 -

Die Abmessungen der Saffir-Spitze dieses Pick-ups werden mit Hilfe eines Messmikroskopes gemessen. Die Form des Saffires wird am besten beschrieben als die eines Keiles oder eines Zirkuszeltes, wovon die scharfe Kante abgerundet ist. Wo die runde Kante in den Keil uebergeht ist die Dicke des Keiles ca. 0,014 mm. Die Laenge der abgerundeten Unterseite ist ca. 0,07 mm. Zum Vergleich diene, dass dies uebereinstimmt mit einer Wellenlaenge eines Tones von ca. 5800 Hz in der Grube mit dem kleinsten Radius einer Schallplatte oder von 17000 Hz in der Grube mit dem groessten Radius einer 30 cm - Platte. Die Schlussfolgerungen bezueglich der Wiedergabe liegen auf der Hand: ist die Grube sinusfoermig, dann ist der Ausschlag der Nadel dies nicht mehr, es entsteht somit nicht-lineare Verzerrung. Die gebildeten Obertone sind aber viel schwaecher als der Grundton, welcher, da es hohe Töne betrifft, meistens auch ziemlich schwach ist und da diese Verzerrung erst bei hohen Frequenzen auftritt, fallen die Obertone obendrein in ein Gebiet, wo unser Ohr schon viel weniger empfindlich ist. Resumierend koennen wir also sagen, dass, wenn die hoechsten Töne mit ~~grosser Staerke~~ auf den inneren Gruben registriert sind, wir eine bemerkbare Verzerrung erwarten koennen. Ausser dass der Ausschlag der Nadel nicht mehr sinusfoermig mit der Zeit verlaeuft, ^{was} aber auch die Amplitude wird kleiner sein als die der Grube und die Geschwindigkeitsamplitude wird damit proportional zu klein sein. Wenn der horizontale Durchschnitt der Nadel rechteckig ist, so wird bei einer Wellenlaenge, die das zweifache der laengsten Seite ist, die Amplitude der Nadel die Haelfte der Grubenamplitude sein und die Wiedergabe also $20 \log. 2 = 6$ db zu niedrig, waehrend Frequenzen, deren Wellenlaenge gleich der laengsten Rechteckseite oder gruesser ist ueberhaupt nicht mehr wiedergegeben werden. In der Praxis ist dies aber nicht so schlimm, da der Durchschnitt der Nadel nicht rechteckig ist, sondern durch einigermaßen gebogenen Linien begrenzt wird. Demzufolge ist eine Wiedergabe bei hohen Tönen noch sehr gut. So ist z.B. fuer 5000 Hz die maximale Grubenamplitude nur 0,00325 mm und in allgemeinen noch beträchtlich niedriger, da dieser maximale Wert nur selten vorkommt. Eine kleine Krümmung der langen Seite der Nadel ist also schon genuegend, auch wenn die Laenge gleich einer halben Wellenlaenge ist oder gruesser, um den betreffenden Ton noch in genauer Staerke wiederzugeben. Es entsteht wohl nicht-lineare Verzerrung, dadurch dass der Reuehrungspunkt zwischen Nadel und Grube ueber die Nadeloberflaeche hin und her schiebt.

c) Filter fuer tiefe Töne.

Unterhalb der "Abschneidefrequenz" ist die Ausgangsspannung der Frequenz proportional; um eine konstante Spannung zu bekommen ist es also notwendig ein Filter zu gebrauchen, dessen Ausgangsspannung der Frequenz umgekehrt proportional ist bei konstanter Eingangsspannung. Wenn wir einen Widerstand R_1 und einen Kondensator C in Serie schalten und diesem Kreis eine konstante Spannung zufuehren, dann ist die Spannung ueber C der Frequenz umgekehrt proportional. Fuer die tiefen Frequenzen ist dies gerade was wir haben muessen, aber nicht fuer die hohen Frequenzen, denn oberhalb der "Abschneidefrequenz" wollen

wir die Ausgangsspannung konstant haben. Um dieses Resultat annaehierend zu erreichen, koennen wir zwischen R_1 und C noch einen zweiten Widerstand R_2 aufnehmen; wir bekommen dann Abb.VI. Wenn $1/\omega C$ klein wird mit Bezug auf R_2 dann bekommen wir praktisch eine konstante Ausgangsspannung, waehrend fuer $1/\omega C$ gross mit Bezug auf R_2 die Ausgangsspannung praktisch der Frequenz umgekehrt proportional ist. Zwischen diesen 2 Gebieten bekommen wir jetzt ein Uebergangsgebiet. Auch beim Schneiden der Platten wird es keinen scharfen Uebergang geben, sodass/von einem Filter wie in Abb. VI angegeben, wohl erwarten koennen, dass es befriedigend



funktioniert; es kommt jetzt noch darauf an die wichtigen Werte fuer R_1 , R_2 und C zu finden. Nach vorlaeufigen Berechnungen wurde ein Filter gebaut, das spaeter verbessert und erweitert wurde zu dem Schema in Abb.VII. Ueber den Eingang des Filters kann wie aus der Abbildung ersichtlich, ein Kondensator geschaltet werden, welcher dient um das Plattengerasch zu vermindern.

Dieses Rauefilter stellt sich nur selten als befriedigend heraus, da die Musik im allgemeinen merklich geschaedigt wird. Die stoerendsten Rauschfrequenzen liegen naemlich in der Naehel von 5000 Hz. Dies ist dennoch der Grund, dass auch andere Rauefilter nicht befriedigen.

Von dem in Abb.VII angegebenen Filter wurden jetzt Charakteristiken aufgenommen (Abb. 8-12). In jeder Abbildung hat C einen festen Wert, waehrend R_1 variiert wurde (Einige kleinen Unregelmassigkeiten in diesen 5 Abbildungen verdanken wir Schwankungen der Netzspannung, waehrend des Messens). Die Anzeigung des gebrauchten thermionischen Voltmessers ist naemlich einigermaßen abhaengig von der Netzspannung.)

Ein analoges Filter kann man bekommen, dadurch dass man als Spannungsteiler eine Selbstinduktion L gebraucht und in Serie hiermit einen Widerstand R_2 , waehrend der Selbstinduktion ein Widerstand R_1 nebengeschlossen wird. Die Spannung ueber R_2 nimmt bei hoeheren Frequenzen ab und naehert sich der Limit-

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

d) Verstaerker

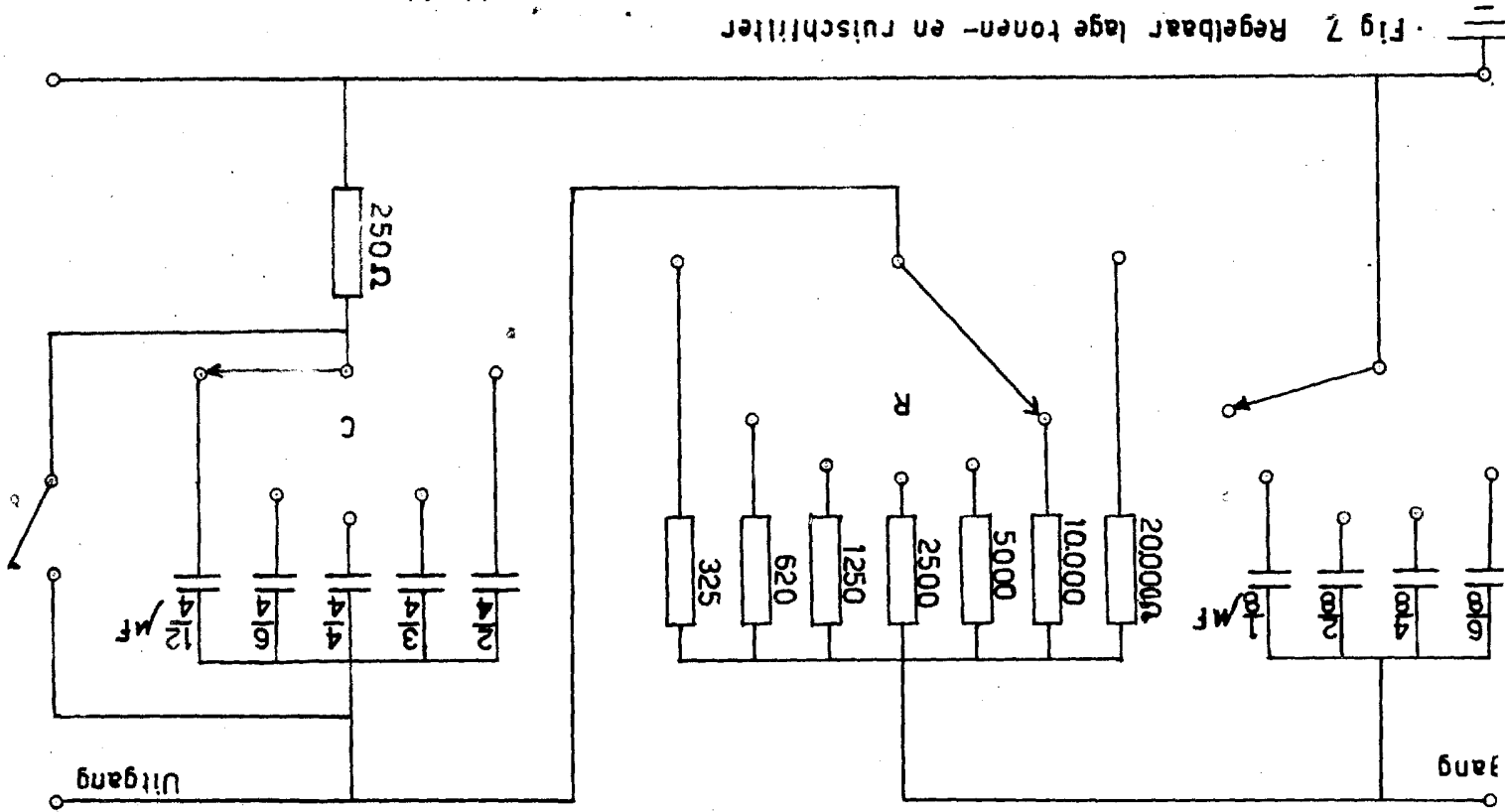
Zur Verfuegung stand ein "Multipler" Kraftverstaerker. Hiervon wurden verschiedene Frequenzcharakteristiken aufgenommen.

In Abb. XIII sind die Messresultate von 2 Messungen an dem unbelasteten Verstaerker (8 Ohm Ausgang abgeschlossen mit 1,2 M Ω des Roehrenvoltmessers) wiedergegeben, naemlich einmal mit dem Volumenregler ganz offen (Stand 1) und einmal mit dem Volumenregler in Stand 5.

Am Eingang war ein niedrigohmiger Ausgang des Philips Tongenerators G.M. 2307 (Abschwaecher 10^{-2} , 100 Ω) angeschlossen.

- Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2012/05/22 : CIA-RDP83-00415R008200050002-3

Fig 7 Regelbaar lage tonen- en ruisfilter



Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2012/05/22 : CIA-RDP83-00415R008200050002-3

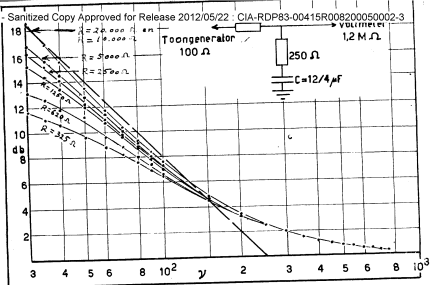


Fig 12 Karakteristieken van het lage tonenfilter

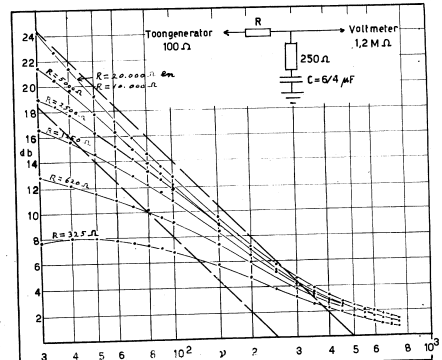


Fig 11 Karakteristieken van het lage tonenfilter

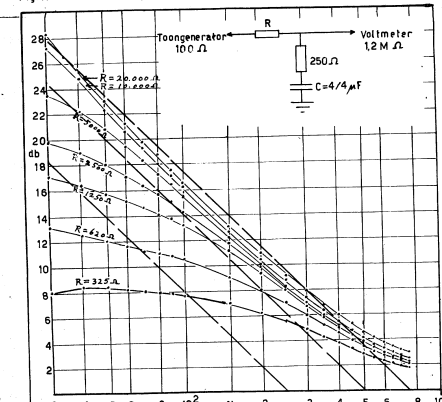


Fig 10 Karakteristieken van het lage tonenfilter

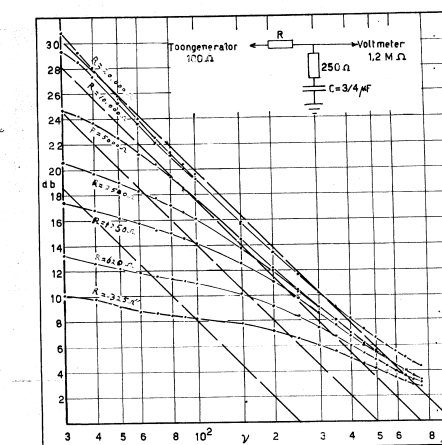
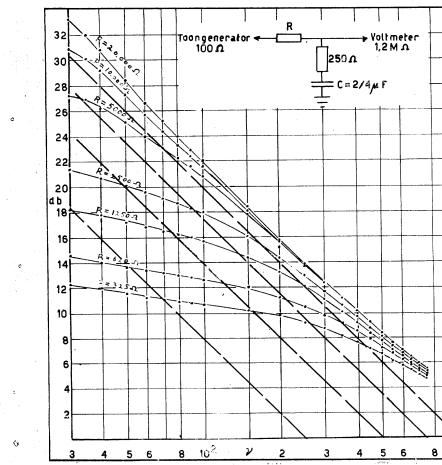


Fig 9 Karakteristieken van het lage tonenfilter



/ist

Aus der Abbildung geht hervor, dass der Abfall bei tiefen Tönen stärker ist bei schwachem Signal als bei starkem Signal, Vermutlich/dies die Folge des Verhaltens des Speisetransformators der Endtreppe. Bei tiefen Frequenzen kann ωL klein werden mit Bezug auf den inneren Widerstand der vorgehenden Röhre (eine als Triode geschaltete Penthode), die Spannung des Transformators sinkt dann je dem die Frequenz niedriger wird. Wenn wir mit sehr kleinen Spannungen arbeiten, so fällt die Anfangspermeabilität des Transformatorblechs ins Gewicht, sodass die Spannung des Transformators schneller sinkt, als wenn wir mit hohen Spannungen arbeiten und also nicht in das Gebiet der Magnetisierungskurve landen.

Weiter ist zum Vergleich in Abb. XIII noch eine Kurve gezeichnet, die das Verhalten des Verstärkers angibt, wenn er mit einem Lautsprecher (Philips 6 Watt) an dem 8Ω -Ausgang belastet ist. Für die erstgenannten Kurven ist das Nullniveau der decibel-Skala 10, resp. 0,1 Volt, für diese letzte Kurve ist das Nullniveau 1 Volt.

Wir sehen den Einfluss des Resonanzpegels des Lautsprechers bei 65 Hz. und die mit ansteigendem Frequenzen zunehmende Lautsprecherimpedanz.

Der Verstärker hat einen Tonregler für tiefe und einen für hohe Töne. In Abb. XIV sind die Frequenzcharakteristiken für 3 Stände des Filters für hohe Töne, wenn das Filter für tiefe Töne soviel wie möglich durchlässt, angegeben, und dazu 3 Stände des Filters für tiefe Töne bei voll aufgedrehtem Filter für hohe Töne.

Alle diese Charakteristiken beziehen sich auf den Grammophon-Eingang. Gebrauch einer beigelieferten Extra-Verstärkertreppe, die an den Grammophoneingang angeschlossen wurde, ergab keine Änderung der Charakteristiken. Ausser einem Grammophoneingang hat der Verstärker noch einen Mikrophoneingang. Dieser gibt aber für tiefe Töne eine so schlechte Wiedergabe, dass er für unseren Zweck nicht in Betracht kommt. Es ist möglich, dass er sich aber bewährt bei Gebrauch eines Mikrophones, falls bei Reportagen und dergleichen z.B. Sprache wiedergegeben werden soll.

Alles in allem können wir sagen, dass der Multipler-Verstärker für normalen Gebrauch wohl ausreicht, aber bei lange nicht ideal ist, sowohl was die normale Frequenzcharakteristik als was die Tonregelung betrifft. Momentan ist dieser Verstärker in Revision bei der Fabrik. Glücklicherweise hatten wir noch einen Philips 24 Watt Verstärker bekommen, welcher 2 Mikrophon-Anschlüsse hat und weiter Eingänge für Netz, Pick-up und Rundfunk, während die Ausgangsimpedanz regelbar ist + Telefonlinie

Alle Eingänge haben eine gesonderte Stärkeregelung, während auch die totale Stärke regelbar ist; weiter ist noch ein Abschwächer für hohe und tiefe Töne da, und für jeden Mikrophoneingang ein Schalter für Musik und Sprache, der für Sprache die tiefen Töne abschwächt. Es wurden jetzt einige Frequenzcharakteristiken des Philipsverstärkers aufgenommen, wobei ein niedrigohmiger (100Ω) Ausgang des Tongenerators an den $1 M\Omega$ grossen Eingangswiderstand des Mikrophonanschlusses angeschlossen wurde und der 35 Volt-Ausgang ($40 \text{ à } 50 \text{ Ohm}$) an die Sprachspule eines 25 Watt Philips Lautsprechers und parallel dazu der thermionische Röhrenvoltmeter. Der Eingangspotentiometer stand bei diesen Messungen auf 4, der Volumenregler auf 3,7

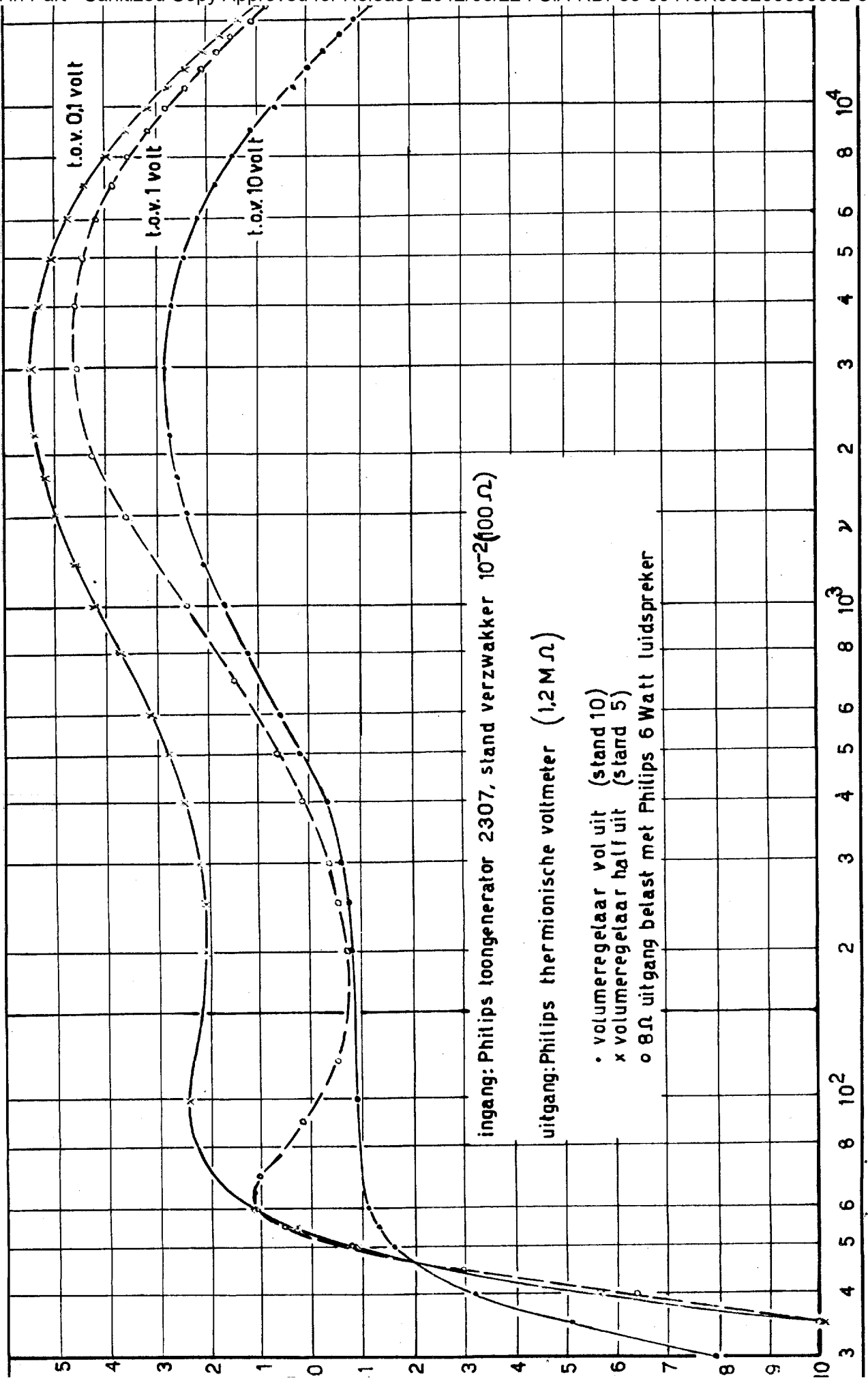
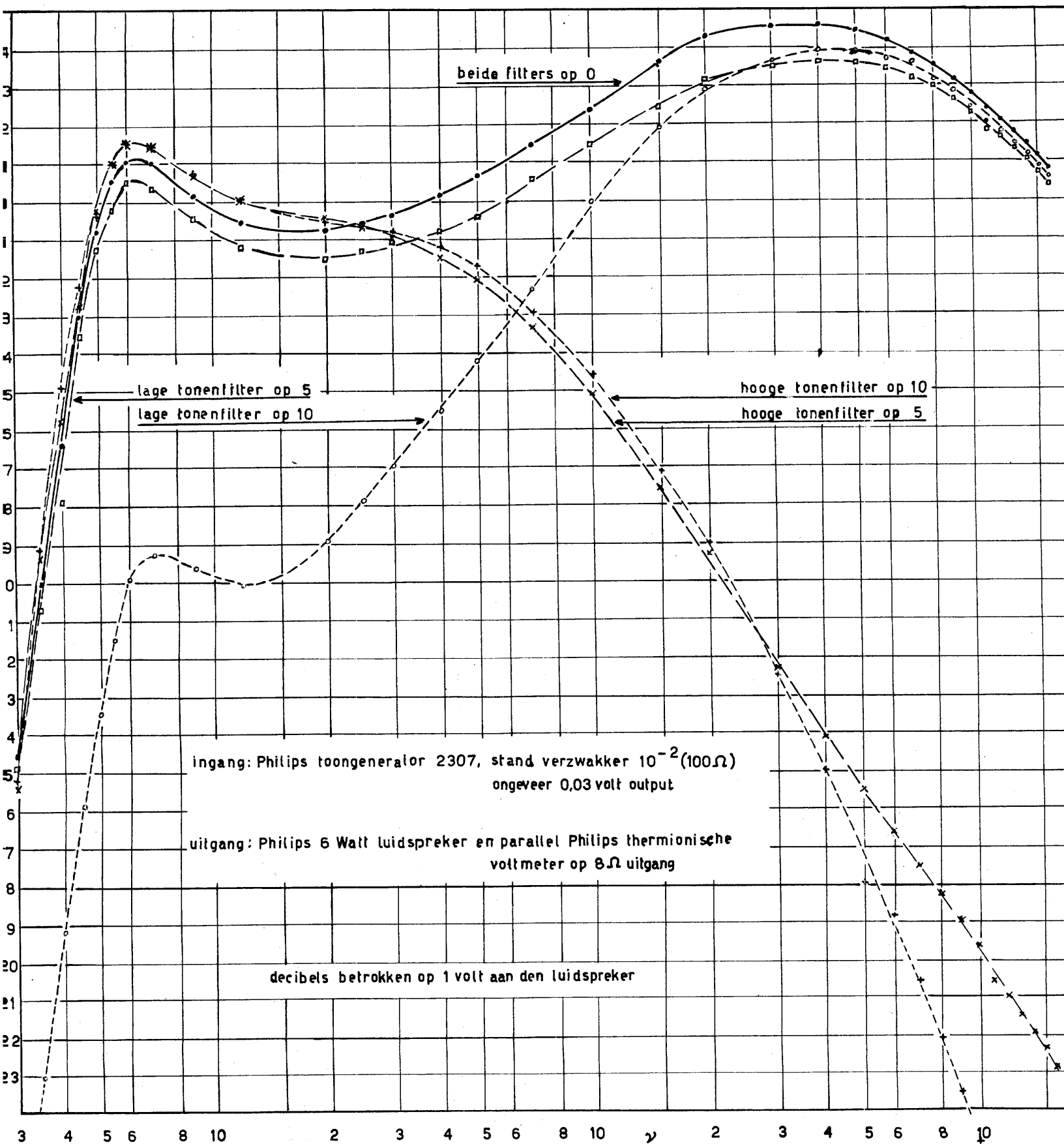


Fig.13 Frequentie karakteristieken van den Multiplex-versterker, grammofooningang, beide filters op 0



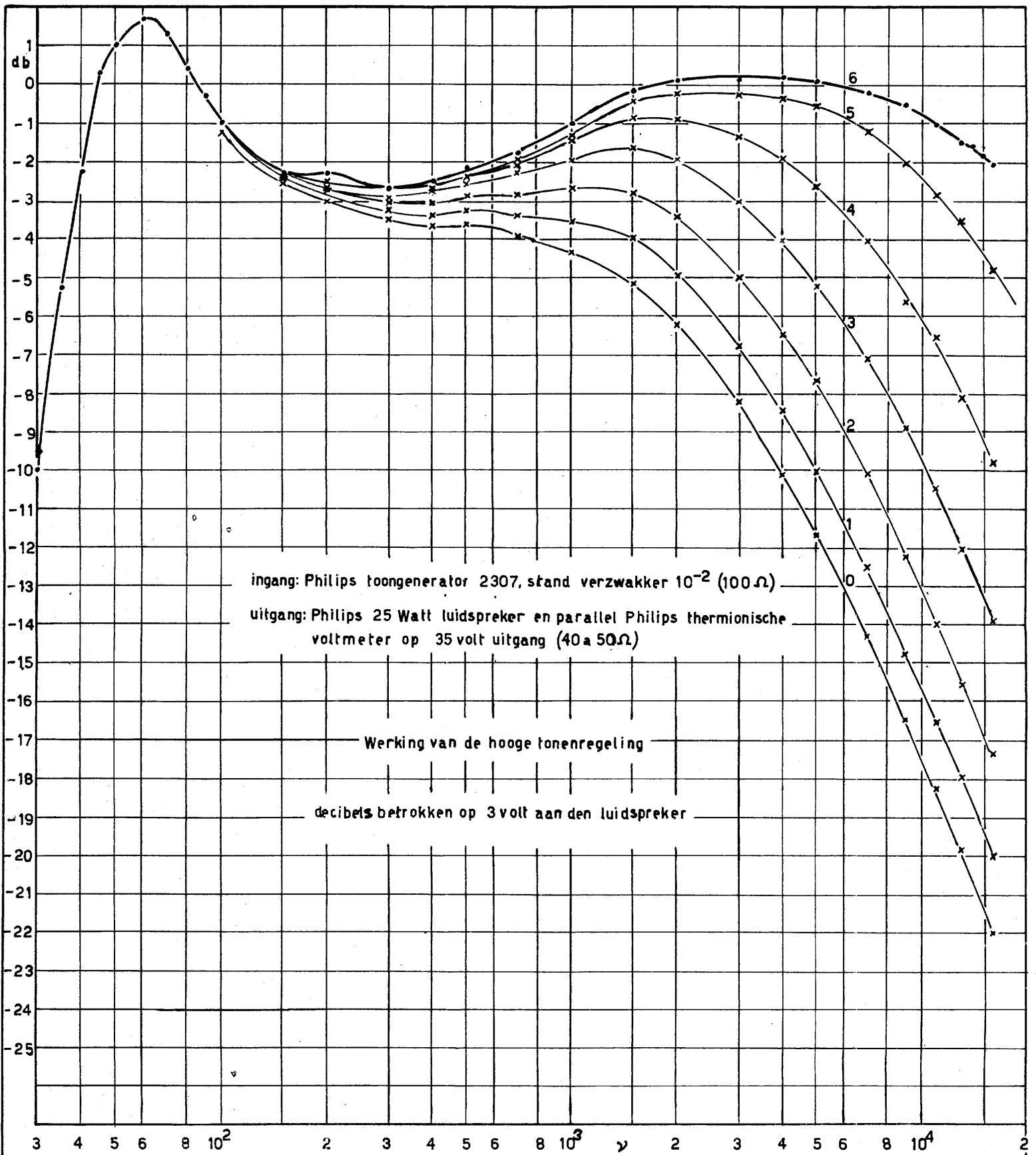


Fig. 15 Frequentiekenarakteristieken van den Philips 24 Watt versterker, microfooningang

- 10 -

Die erhaltenen Resultate zeigen die Abb. XV und XVI. Mit einem Blick ersieht man, dass dieser Verstaerker bedeutend hoeheren Anforderungen entspricht als der Multiperverstaerker. Es ist noch nicht moeglich mit diesem Verstaerker die hohen Toene zu bevorzugen. Zwischen dem Filter fuer tiefe Toene und dem Kraftverstaerker wurde darum noch ein

e) Regelverstaerker (Philips) eingeschaltet. Der Tonregler fuer tiefe Toene dieses Verstaerkers ist nicht sosehr geeignet fuer Grammophonwiedergabe, da wohl das Mass des "Bevorzugens" geregelt werden kann, aber nicht die Frequenz bei der mit der Bevorzugung einen Anfang gemacht wird. Diese liegt bei sa. 2500 Hz. Auch die allertiefsten Toene werden relativ weniger bevorzugt. Darum wird die Regelung fuer tiefe Toene praktisch immer in Stand 10 ("gerade") gehalten und das eigene Regelfilter gebraucht zwecks Regelung der tiefen Register.

Die Regelung fuer hohe Toene ist aber wohl brauchbar, da sowohl die Staerke der Bevorzugung oder die Abschwaechung, wie auch die Frequenz, bei der die maximale Bevorzugung, oder Abschwaechung erreicht wird (4000, 6000 oder 8000 Hz), geregelt werden kann. Ausser einem Tonregler fuer hohe und fuer niedrige Toene sind in diesem Regelverstaerker noch einige scharf abschneidende "low-pass" Filter vorhanden, welche Kombination jedoch als Hausfilter keinen Dienst tun kann aus Gruenden, die vorher schon angegeben worden sind.

Zum Schluss gibt es noch einen Volumenregler mit 21 Staenden von je 2 db und einen in db geeichten Programmmesser, der nicht abgeschlossen war, aber jetzt auch in Gebrauch ist, obgleich die Eichung noch nicht kontrolliert wurde.

Frequenzcharakteristiken dieses Regelverstaerkers wurden noch nicht aufgenommen; vorlaeufig ~~hat man~~ ^{wurden} die von Philips angegebenen Daten verwendet.

f. Lautsprecher

Der Gebrauch eines Lautsprechers ist natuerlich nicht unbedingt notwendig. Das Kopftelephon ist heute ziemlich in Diskredit, aber nicht ganz mit Recht. Das Abhoeren (brumafreier) Rundfunk- oder Grammophonmusik mit Kopftelephon ist oft ueberraschend. Durch die geringe benoetigte Energie ist die Verstaerker nur wenig belastet, sodass dieser keine nicht-lineare Verzerrung gibt, die hohen Toene werden nicht durch Moeblierung gedaempft und die tiefen Toene haben keine Gelegenheit zu divergieren, wie beim Lautsprecher der Fall ist.

Alles in allem kann das Abhoeren mit einem guten Kopftelephon (wie zum Beispiel einem elektrodynamischen, oder einem Kristall-Telephon) einen grossen Genuss bedeuten. Leider sind solche Telephone nicht mehr im Handel, waehrend die Selbsterstellung ziemlich umstaendlich ist. Beim Gebrauch eines Lautsprechers werden die akustischen Eigenschaften des Arbeitsraumes von Bedeutung. Dieser hatte zuviel Widerhall. Durch Vorhaenge vor dem Fenster, Holzfiberplatten den Mauern entlang und durch holzfiberne Klappen wurde der Widerhall auf das richtige Mass zurueckgebracht.

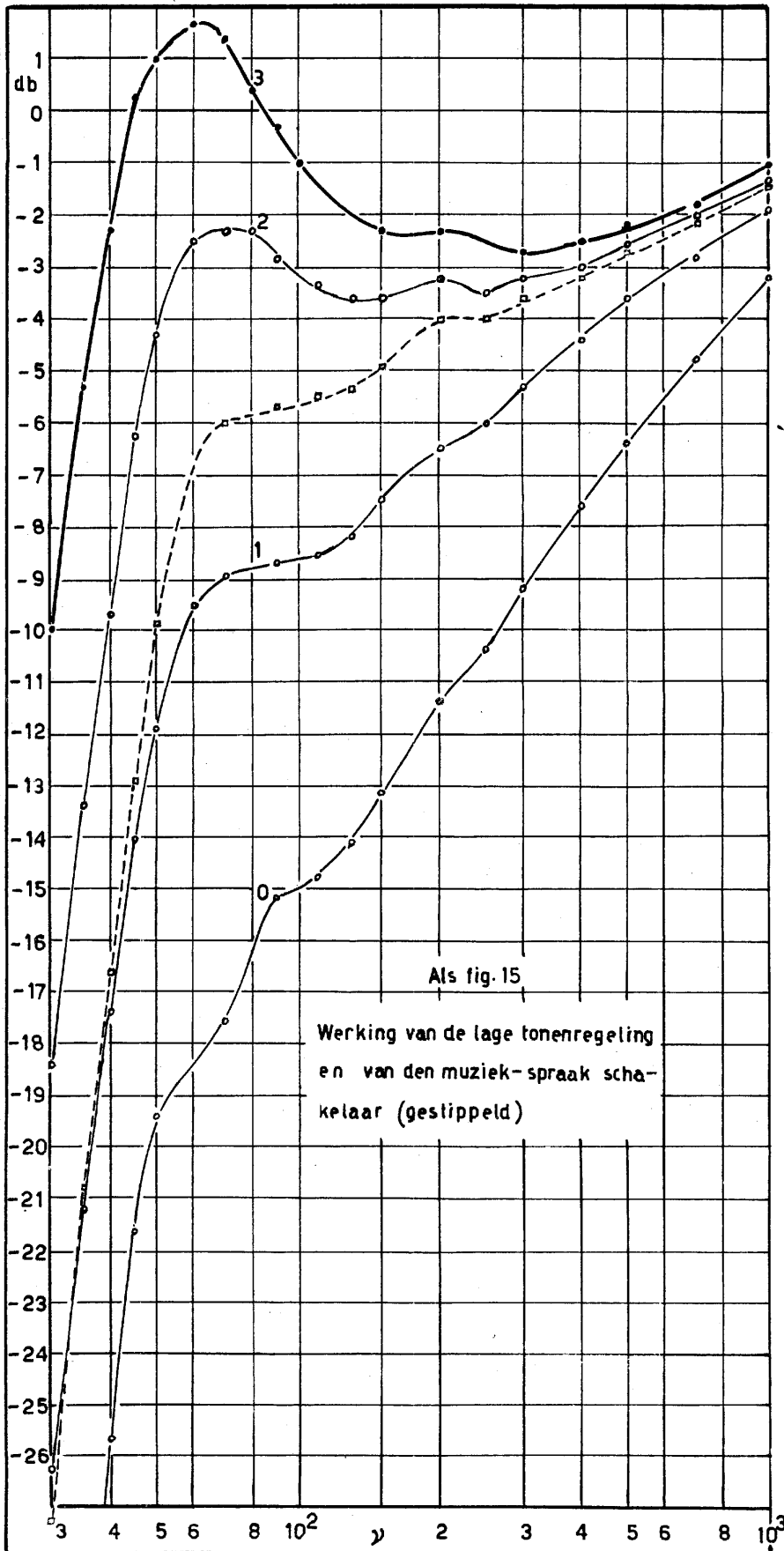


Fig.16 Frequentiekaracteristieken 24 Watt versterker, microfooningang

- 11 -

Die ersten Versuche wurden mit einem Philips 6 Watt ^{laut-} Sprecher (Sprechspulimp. $\approx 5 \Omega$) gemacht. Dieser konnte in dem verfügbaren Raum (Nr 127) nicht genügend Volumen in den tiefen Tönen produzieren, ohne viel nicht-lineare Verzerrung. Ein 20 Watt Congreve-Lautsprecher war in dieser Beziehung bedeutend besser, aber gab zu wenig hohe Töne. Die beiden Lautsprecher wurden darum kombiniert sodass parallel zu dem Congreve-Lautsprecher ein 7 Ohm Widerstand geschaltet wurde, der durch Abzweigung ~~hier die~~ Spannung fuer den Philips Lautsprecher gibt. Um Ueberbelastung in den tiefen Register vorzubeugen wurde der Philips 6 Watt Lautsprecher ueber einen Kondensator von 20 μ F gespeist. Diese Kombination war befriedigend. Die Resonanz des Philips Lautsprechers liegt bei 60 Hz, wegen des Kondensators hat diese keinen Einfluss. Die Resonanz des Congreve-Lautsprechers liegt bei 50 Hz. Im Zusammenhang mit dem schnellen Abfall unter der Resonanzfrequenz und die Tatsache dass das Musikgebiet sich bis 30 Hz ausdehnt, ist eine Resonanzfrequenz von 50 Hz reichlich hoch, besonders wenn die Resonanz ziemlich ausgesprochen ist. Darum wurde noch ein B.T.H. Lautsprecher versucht. Dieser resonierte bei ca. 30 Hz, was also sehr schoen ist; leider konnte er nur ein kleines Volumen verarbeiten, waehrend er ausserdem ein Nebengeräusch (Geknister) produziert, dass nicht ganz einfach weggenommen werden konnte. Auch war die Impedanz der Sprechspule (30Ω) zu gross fuer den Ausgang des Multiperverstaerkers, der maximal 8 Ohm hat. Bei diesen Versuchen war der Philipsverstaerker noch nicht da, dieser hat wohl hoehere Ausgangsimpedanzen. Da wir jedoch mit diesem Verstaerker auch einen 25 Watt Philips Lautsprecher erhielten, der, versehen mit einem gehoerigen Resonanzbrett, fuer das ganze Frequenzgebiet, sich als viel besser herausstellte als die bis jetzt ausprobierten Kombinationen, wurden keine weiteren Versuchen mit den anderen Lautsprechern gemacht. Dieser Philips Lautsprecher hat eine Resonanzfrequenz von ca. 65 Hz, obwohl diese nicht sehr prononziert ist, wenigstens nicht beim Gebrauch dieses 24 Watt Verstaerkers. Jedoch, wenn dieser Lautsprecher auch besser ist als die anderen, eine ideale Wiedergabe ist hiermit noch nicht zu erreichen, wenigstens nicht ohne mehr. Dies bezieht sich auf die Tatsache, dass fuer tiefe Töne die Strahlungsimpedanz des Lautsprechers abnimmt. Als tiefe Töne gelten solche, deren halbe bis ganze Wellenlaengen groesser sind als der Durchmesser des Konus, d.h. also bei einem Durchmesser von 30 cm Frequenzen kleiner als ca. 550 - 1100 Hz. Dies wuerde wohl zu beheben sein, dadurch dass fuer die tiefen Frequenzen relativ mehr Spannung den Lautsprechern zugefuehrt wird; dann wird aber der Ausschlag der Spule zu gross, sodass wir nicht-lineare Verzerrung bekommen. Wenn wir den Lautsprecher betrachten als eine pulsierende Kugel so koennen wir leicht zu einer Formel fuer die Impedanz kommen. Wir benutzen hierbei das "Geschwindigkeitspotential" ϕ , dass ist eine skalare Feldgrosse, die nach Differentiation nach x , y und z resp. die negativen Komponenten der Geschwindigkeit eines Teilchens \vec{v} in der x - y - und z Richtung ergibt.

- 12 -

$$\text{Also: } v_x = -\frac{\partial \phi}{\partial x} \quad v_y = -\frac{\partial \phi}{\partial y} \quad \text{und } v_z = -\frac{\partial \phi}{\partial z}$$

Der Überdruck folgt aus ϕ durch Differentiation nach der Zeit und Multiplikation mit der Dichte des Mediums, also $p = \rho \phi$. ϕ besteht immer fuer Felder, bei denen keine Rotation, Divergenz- oder Konvergenzpunkte auftreten.

Wenn r den Leitstrahl bis zur Mitte der pulsierenden Kugel darstellt, dann ist die Differentialgleichung fuer die auftretenden kugelfoermigen Tonwellen:

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2} (r \phi) = c^2 \frac{\partial^2}{\partial r^2} (r \phi)$$

Wir unterstellen jetzt, dass das Medium unendlich ausgedehnt ist; fuer die austretenden Wellen hat dann die Loesung der Wellengleichung die Formel:

$$r \phi = A e^{i\omega(t - \frac{r}{c})} \quad \text{in der } A \text{ eine Konstante ist,}$$

was durch die Einsetzung in die Wellengleichung leicht zu kontrollieren ist. Der Wert fuer A folgt jetzt aus der Randbedingung auf der Kugel. Wir unterstellen, dass an der Oberflaeche der pulsierenden Kugel (Radius r_0) gilt

$$\boxed{v(r_0) = v_0 e^{i\omega t}}$$

Fuer $v(r) = -\frac{\partial \phi}{\partial r}$ finden wir:

$$v(r) = + \left(\frac{A}{r^2} + i \frac{\omega A}{rc} \right) e^{i\omega(t - \frac{r}{c})}, \quad \text{so dass also gelten muss:}$$

$$+ \left(\frac{A}{r_0^2} + i \frac{\omega A}{r_0 c} \right) e^{-i\omega \frac{r_0}{c}} = v_0 \quad \text{oder } A = r_0^2 \frac{1 - i \frac{\omega r_0}{c}}{1 + \frac{\omega^2 r_0^2}{c^2}} v_0 e^{i\omega \frac{r_0}{c}}$$

Also waerd der Ausdruck fuer das Geschwindigkeitspotential

$$\phi = \frac{r_0^2}{r} \frac{1 - i \frac{\omega r_0}{c}}{1 + \frac{\omega^2 r_0^2}{c^2}} v_0 e^{i\omega(t - \frac{r-r_0}{c})}$$

Und hieraus finden wir wieder den Ueberdruck: $p = \rho \dot{\theta} = i\omega \rho \theta$, was fuer die Kugeloberflaeche ($r = r_0$) wird:

$$p(r_0) = i\omega \rho r_0 \frac{1 - i \frac{\omega r_0}{c}}{1 + \frac{\omega^2 r_0^2}{c^2}} v_0 e^{i\omega t}$$

Fuer die akustische Impedanz fuer Punkte der Kugeloberflaeche finden wir also:

$$z = \frac{p(r_0)}{v(r_0)} = \rho c \frac{\omega^2 r_0^2 / c^2 + i \frac{\omega r_0}{c}}{1 + \frac{\omega^2 r_0^2}{c^2}}$$

Uns interessiert momentan nur der reelle Teil der Formel, naemlich der Strahlungswiderstand

$$R = \rho c \frac{\omega^2 r_0^2 / c^2}{1 + \omega^2 r_0^2 / c^2}$$

Fuer hohen Frequenzen ($\omega^2 r_0^2 / c^2 \gg 1$) zeigt der Strahlungswiderstand sich als konstant $= \rho c$,
 Fuer tiefen Frequenzen ($\omega^2 r_0^2 / c^2 \ll 1$) naehert sich der Strahlungswiderstand quadratisch dem Nullwert.

$$R = 9/10 \rho c \text{ fuer } 10 = 1 + \frac{\omega^2 r_0^2}{c^2} \text{ oder } \omega = 3 \frac{c}{r_0}$$

oder die Wellenlaenge $\lambda = \frac{2\pi r_0}{3} \approx$ Durchmesser $2 r_0$

Fuer einen Ton einer Oktave tiefer ($\lambda = 2x$ den Durchmesser = $4 r_0$) ist $R = 9/13 \rho c \approx 0,7 \rho c$,

aber dann geht der Abfall weiter schnell, denn fuer noch eine Oktave tiefer ist $R = 0,36 \rho c$ und fuer noch eine Oktave tiefer $R = 0,123 \rho c$.

Wenn wir den Durchmesser der Kugel gleich dem des Lautsprecherkonus unterstellen ≈ 30 cm, dan bekommen wir die folgende Tabelle:

ν	1080 Hz	540 Hz	270 Hz	135 Hz
R	$0,9 \rho c$	$0,7 \rho c$	$0,36 \rho c$	$0,123 \rho c$
$20 \log \frac{R}{\rho c}$	-0,9 db	-3,1 db	-8,8 db	-18,3 db

Dies stimmt aber nicht ganz mit der Wirklichkeit: Erstens ist das Medium nicht unendlich ausgedehnt, da wir in einem geschlossenen Raum arbeiten und zweitens ist die pulsierende Kugel nur eine rohe Annäherung des bewegenden Konus des Lautsprechers. Prinzipiell gilt aber auch unter den wirklich auftretenden Umständen eine bedeutende Abschwächung der Wiedergabe tiefer Töne, sei es auch, dass dieser Abfall nicht einen solchen einfachen Verlauf hat als bei der pulsierenden Kugel im unendlich ausgedehnten Medium.

Die Frequenz bei der dieser Abfall anfaengt kann nur vertieft werden durch Vergrößerung der strahlenden Oberfläche. Dies koennen wir erreichen durch ~~den~~ Gebrauch eines exponentiellen Horntrichters dessen Oeffnung einen Durchmesser von ca. eine halbe Wellenlaenge der niedrigsten wiederzugebenden Frequenz ist, d.h. ca 5 Meter.

Vorläufig werden wir uns mit einer kleineren Oeffnung begnuegen muessen aus Gruenden der Materialknappheit.

Messungen am 24.11.42 an der Tonfilminstallation des Asta Theaters in HAAG.

EINLEITUNG.

Der Zweck dieser Messungen war, die Leistungen einer Tonfilminstallation eines modernen Kinetheaters zu kontrollieren. Vor der Hand laege, einen Frequenzfilm zu drehen und fuer jede Frequenz die Tonhoehe im Saal zu messen. Auf diese Weise wuerde man einen Eindruck der totalen Apparatur bekommen. Unser Interesse geht aber weiter darauf hinaus zu wissen, welche die Leistung der Lautsprecherkombination an sich ist. Durch die vorgehend genannten Messungen werden wir darueber nicht aufgeklaert, da wir die Frequenzcharakteristiken der Fotozelle des Vorverstärkers und des Kraftverstärkers ^{nicht} kennen, da der Frequenzfilm nur eine geringe Anzahl Frequenzen enthaelt und ausserdem nach dem er einige Male gedreht wurde, sowohl quantitativ als qualitativ nicht mehr zuverlaessig ist.

Daher haben wir ausser den Messungen mit Frequenzfilmen auch Messungen mit dem Philips-Tongenerator G.M. 2307 gemacht, der eine Frequenz-unabhaengige Spannung liefern kann.

Die Lautstaerke im Saal wurde gemessen mit einem "Sound-Level-Meter" der General Electric, kurz Sonometer genannt. Durch Abnahme des Mikrophones und durch Verbindung der hierdurch freikommenden Anschlusse mit einem Niedrigohmigen Ausgang des Tongenerators, wurde eine Eichgrafik (Abb. 1) des Sonometers bekommen.

Hierbei wird also eine lineare Charakteristik/unterstellt.

Ueber die Ausgangsklammer des Kraftverstärkers wurde einen Wechselstrom Multavi aufgestellt zwecks Messung der Ausgangsspannung. Ausserdem wurde in die Leitung zu den Lautspechern auch ein Wechselstrom Multavi aufgenommen zwecks des Stromes. Messung Die Frequenzcharakteristik ~~aus~~ Messinstrumente ist nicht ganz linear; die in diesem Bericht angegebenen Werte fuer Strom und Spannung sind diesbezuglich korrigiert worden.

A. Messungen mit dem Tongenerator.

Bei diesen Messungen wurde ein niedrigohmiger Ausgang des Tongenerators mit dem Eingang des Kraftverstaerkers verbunden. In Abb. 2 sind der korrigierte Strom und die korrigierte Spannung, gemessen am Ausgang des Kraftverstaerkers, gezeichnet (Vgl. Tabelle I); waehrend in Abb. 3, die am Rande des Balkons vor der Kabine gemessene Lautstaerke auf fehlerhafte Anzeige des Sonometers (Vgl. ebenso Tabelle I) korrigiert wiedergegeben ist. Es gehoert die durchgehende Kurve (mit Tuetpfeln) bei den in Abb. 2 gezeichneten Stroemen und Spannungen am Ausgang des Kraftverstaerkers. Die unterbrochene Kurve (Kreuzchen) ist gesondert aufgenommen bei einem 15 db hoeherem Lautniveau. Die Nulllinie ist in dieser Grafik willkuerlich angenommen und fuer die beiden Messungen so gewaehlt, dass die Charakteristiken einander ungefaehr bedecken, sodass sie leicht vergleichbar sind. Diese letzte Grafik gibt aber kein genaues Bild der Leistungen der Lautsprecherkombination, da aus Abb. 2 ersichtbar ist, dass der Verstaerker keine konstante Ausgangsspannung liefert.

Um die Lautsprecherinstallation beurteilen zu koennen muessen wir die Lautstaerke also korrigieren z.B. dadurch dass fuer jede Frequenz die Ausgangsspannung des Kraftverstaerkers, ausgedruekt in decibel mit Bezug auf ein konstantes Niveau, abzuziehen (Tabelle 1). Nachdem die Nulllinie auf ein geeignetes Niveau gelegt ist, bekommen wir dann Abb. 4. Der Durchschnitt der zwei Resonanzpegel ist mit Bezug auf die Mittelfrequenzen der Ordnung 5 db im Vergleich mit Abb. 3 heruntergegangen. In Abb. 4 sind beide Kurven der Abb. 3 korrigiert, obgleich nur fuer eine die zugehoerige Ausgangsspannung gemessen wurde. Hierbei ist also unterstellt, dass die Ausgangsspannung denselben relativen Verlauf hat bei hoeherer Belastung; dies wird bestaetigt durch die bei 3 verschiedenen Staerken mit dem Klangfilm Frequenzfilm gemessenen Kurven (Tabellen 2, 3 und 4; Abb. 5)

Sowohl in Abb. 3 als in Abb. 4 folgen die Kurven nicht ueberall den Messpunkten; der Grund ist, dass die Messung nichtvgenuegend genau ist. Beim Messen der konstanten Frequenz treten nl. Stoerungen auf durch Interferenz von Tonwellen, die verschiedenen Wegen entlang das Mikrophon erreichen und einander also entweder verstaerken oder abschwaechen, wodurch die aufgenommenen Charakteristik allerhand Unregelmaessigkeiten aufweist.

Ein sprechendes Beispiel ist die bei 90 Hz gefundene Lautstaerke bei dem niedrigsten der beiden Niveaus, welche nicht messbar war mit Bezug auf die Stoerungslaute und die in Abb. 3 mehr als 25 db unter die Nulllinie landet. Ein saeher Pegel ist sehr scharf, eine kleine Aenderung der Frequenz erhoecht die Lautstaerke ein ganzes Stueck. Die ~~minim~~ allmaehlichen Aenderungen der Kurven koennen dabei nicht auf Rechnung der Interferenz gestellt werden. Damit der Verlauf annaehernd genau gezeichnet werden kann, trotz der Interferenzstoerung, braucht man eine relativ grosse Zahl von Messpunkten. Daher sind die Ergebnisse der Messungen mit dem Tongenerator zuverlaessiger als die mit dem Frequenzfilm, abgesehen noch von den im Eingang genannten Faktoren.

Folgerungen betr. die Lautsprecherkombination.

- 1) Bei ca. 50 Hz tritt ein Resonanzpegel auf von ca 10 db.
- 2) Unter ca 100 Hz faellt die Charakteristik durchschnittlich ab und ist bei 40 Hz auf 13, bei 30 Hz auf 18 db unter das Niveau von 100 Hz gefallen.
- 3) Zwischen 100 und 2000 Hz ist die Frequenzcharakteristik nahezu gerade.
- 4) Zwischen 2000 und 3000 bis 4000 Hz faellt die Charakteristik zurueck auf ein ca. 20 db niedriges Niveau.

Der Grund dieser letzten Erscheinung wuerde daran liegen koennen, dass bei 2000 Hz der Lautsprecher fuer tiefe Toene schnell abfaellt, sodass ueber 3000 bis 4000 Hz nur die Lautsprecher fuer hohe Toene uebrig bleiben. Diese Erklaerung scheint aber nicht sehr wahrscheinlich.

Wir koennen diese Erscheinung bei viel tieferen Frequenzen erwarten, z.B. bei 200 bis 300 Hz, ausserdem ist ein Abfall von 20 db fuer diesen Effekt nicht zu erwarten bei einer gehoerigen Lautsprecherkombination. Wann wir annehmen, dass bei 300 Hz die Lautsprecher fuer hohe Toene "heraufkommen" und die Lautsprecher fuer tiefe Toene "abfallen" dann ist damit zugleich erklart, warum die Frequenzcharakteristik an dieser Stelle eine kleine Einsenkung zeigt. Fuer den Abfall bei 2000 Hz ($\frac{1}{4}$ Wellenlaenge von ca. 4 cm.) bleiben noch 3 Gruende als moeglich uebrig:

- 1) die Konstruktion der Lautsprecher fuer hohe Toene; z.B. Resonanz im Raume zwischen Membrane und Halsoeffnung des Trichters und Interferenz in der Halsoeffnung des Klages, der von verschiedenen Zonen der Membrane her stammt.
- 2) Die isolierende Wirkung der Projektionswand; diese besteht aus einem Stueck Kautschuk mit vielen Loechern, bei steigender Frequenz nimmt sowohl die Biegung durch die Loecher ab, als die Isolation der Masse der Wand und die Reibungsverluste in den Loechern zunehmen.
- 3) ein starkes Zunehmen der Saalabsorbtion bei diesen Frequenzen. Zwecks einfacherer Entscheidung zwischen diesen moeglichen Gruenden werden 2 komplementaere Messungen gemacht 1) mit heraufgezogenen Projektionswand, sodass deren Einfluss in Wegfall kommt, 2) nahe an dem Lautsprechern, sodass der Einfluss der _{Saal}Absorbtion vermindert wird.

Der Abfall bei den tiefen Toenen macht es noetig, dass bei Wiedergabe eines Tonfilms eine Tonkorrektion verwendet wird, da beim Film die maximale Staerke fuer alle Frequenzen dieselbe sein soll. Dies geschieht im Vorverstaerker, der sich auf dem Projektionsapparat befindet, unmittelbar hinter der Fotozelle. Als nicht-lineares Element wird ein Kondensator verwendet, der kurzgeschlossen werden kann, falls wir eine gerade Frequenzcharakteristik verlangen. Fuer die Wiedergabe von Schallplatten, auf denen im Gebrauch zum Tonfilm die tiefen Frequenzen (unter ca 250 Hz) immer schwaecher aufgezeichnet sind, bei 30 Hz im allgemeinen ca 18 db niedriger als bei 250 Hz) ist eine viel staerkere Bevorzugung der tiefen Toene notwendig. Der Grammophonvorverstaerker leistet dies nicht, da er kein anderer ist als der des Filmprojektors;

Hiermit ist also die Tatsache erklart, dass eine Schallplatte eine viel schlechtere Wiedergabe als ein Probefilm ergab; der gebrauchte Telefunken Pick-up hat doch eine gerade Charakteristik.

B. Messungen mit Frequenzfilmen.

Um einen Eindruck der totalen Apparatur zu bekommen ist es noetig Frequenzfilme zu drehen.

Verfuegbar waren 1) ein Klangfilm (Siemens) Frequenzfilm Curocord (mit Klartonblende) und 2) ein Ufa Frequenzfilm (14 Zackenschrift). Der Klangfilm Frequenzfilm wurde 3x gedreht nl. einmal bei normaler Lautstaerke, einmal bei maximaler und einmal bei schwacher Lautstaerke. Die Lautstaerke wird eingestellt mittels eines Potentiometers, der sich zwischen Vor- und Kraftverstaerker befindet und vom Balkon aus bedient wird.

In den Tabellen 2, 3 und 4 sind die sich auf diese Messungen beziehenden Groessen angegeben. In Abb. 5 ist die Ausgangsspannung des Kraftverstaerkers in db gezeichnet.

Die sich auf den Ufa Frequenzfilm beziehenden Punkte sind durch eine duenne Kurve verbunden, die sich auf dem Klangfilm Frequenzfilm beziehen durch eine fette Kurve. Hierbei sind ~~die~~ ⁷ kleinen Quadrate ausser Acht gelassen, da sie sich beziehen auf den "linearen Stand" des Vorverstaerkers und also, ~~da die~~ ⁷ lineare Charakteristik der Fotozelle, bei tiefen Frequenzen auf die in db gezeichnete Spannungskurve der Abb. 2 (hier getrichen angegeben) liegen soll, was auch so ziemlich stattfindet.

Die Abweichung bei 8000 Hz kann erklart werden aus der Inkonstanzheit des Filmes bei diesen Frequenzen, wodurch leicht ein ungenauer Durchschnitt des Zeigerstandes auf dem Messinstrumente angenommen werden kann. Wir sehen, dass bei hoeheren Frequenzen die "Klangfilmpunkte" nur wenig niedriger liegen als die "Tongeneratorpunkte", waehrend der Ufafilm ueber 16000 Hz schon beträchtlich verschlissen ist. In Abb 6 ist die im Saal gemessene Lautstaerke angegeben. Wieder haben die durch eine duenne Kurve verbundenen Punkte Beziehung auf den Ufafilm, waehrend die beiden fetten Kurven zu dem Klangfilm Frequenzfilm gehoeren, die obere mit Bevorzugung der tiefen Toene (woraus deutlich ist, dass die Wiedergabe von Schallplatten nicht befriedigend sein kann) die untere mit "linearem Vorverstaerker".

Infolge der geringen Anzahl Messfrequenzen im Gebiete der tiefen Toene tritt in dieser Abbildung der Resonanzpegel der Abb. 3 nicht in Erscheinung, obgleich die bei 40 und 50 Hz liegenden Punkte des Ufafilms sein Dasein wohl anzeigen.

Trotz starken Abfalles der Ausgangsspannung des Kraftverstaerkers bei den hoechsten Frequenzen des Ufafilmes, ist bei diesen Frequenzen die im Saal gemessene Lautstaerke nicht geringer, als beim Gebrauch des anderen Filmes, sogar etwas grosser. Der Grund dieser Erscheinung soll vermutlich in der Richtung gesucht werden, dass beim Verschleiss des Filmes eine Verzerrung entsteht, wodurch wir nicht mehr einen reinen Sinus-Ton haben, sondern ein Tonmisch, auf das der Spannungsmesser anders reagiert als der Tonmesser. Dies erklart sich wie folgt. Der Verschleiss wird hoerbar als Geknatter. Eine Serie kurzer Spannungstoesse hat keinen nennenswerten Einfluss auf die Anzeige des Spannungsmessers. Die kleinen Detonationen in den Lautsprechern ergeb, in Folge des Behe-

Nachhall

des Saales dagegen eine messbare Erhoehung des Tonniveaus. In Abb. 7 ist dann wieder die Lautstaerke gezeichnet, korrigiert fuer den nicht-linearen Spannungsverlauf am Verstaerker Ausgang, also das Betragen der Lautsprecherkombination selbst, waehrend naturgemaess kein Unterschied mehr gemacht wurde zwischen Messungen mit linearem und solchen mit nicht-linearem Vorverstaerker. In dieser Abbildung tritt der eigenartige Verlauf der Tonstaerke beim Ufafilm natuerlich noch deutlicher hervor. Auch fuer diese Messungen gilt wieder, wie auch fuer die mit dem Tongenerator und sogar in verstaerktem Masse, dass die Genauigkeit der Messpunkte keine uebergrosse ist, durch das Auftreten von Interferenzen und als Folge davon, dass der Mittelstand der schwankenden Zeiger visuell bestimmt wird. Diese Schwankungen der Zeiger finden wieder ihren Grund in Unregelmassigkeiten der Tonspur; dies war nicht bei allen Frequenzen gleich, aber besonders bei 8000 Hz (Klangfilm) war es sehr stoerend. Wie auch bei den Messungen mit dem Tongenerator ist hier der allgemeine Verlauf der Charakteristik wohl zuverlaessig. Vergleichen wir Abb. 7 mit Abb. 4 dann erscheint der allgemeine Verlauf wohl ungefaehr als stimmend; der starke Abfall bei 3000 Hz ist in Abb. 7 einige db geringer als in Abb. 4, Obgleich der Bevorzugung der tiefen Toene laut Abb. 6 nicht zu einer vollkommen linearen Charakteristik fuehrt, ist doch dem Gehoere nach, die Wiedergabe des Tonfilmes sehr gut.

Lautstaerke der Orgel im leeren Saal.

Auch diese wurde am Balkon der Kabine gemessen. Hierunter folgen die Messergebnisse.

Maximale Staerke mit Vibration	81-82 db	mit ein Max. von	84 db
" " ohne "	85-86 db	" " " "	90 db
		und " Min. "	82 db
Normale Staerke mit Vibration	75 db	mit ein Max. von	84 db
" " ohne "	80 db	und " Min. "	72 db
		mit " Max. "	86 db
		und " Min. "	74 db
Leises Spiel mit Vibration	75 db	mit ein Max. von	80 db
" " ohne "	74 db	und " Min. "	70 db
		mit " Max. "	84 db
		und " Min. "	72 db

N.B. Dieses "leises Spiel" ist "piano", nicht "p.p.p." Die starken Unterschiede wurden hauptsaechlich durch Veraenderung der Register erreicht; die Unterschiede bei den Messungen mit und ohne Vibration haben keine zu grosse Bedeutung, da bei der Vorfuehrung improvisiert wurde und also waehrend der beiden Messungen nicht die selbe Musik zum Gehoer gebracht wurde.

Die maximale Lautstaerke gesonderter Toene erscheint bei den tiefsten Toenen bedeutend (za. 20 db) groesser als bei den hoechsten Toenen.

Frequenz	Ausg. Strom 9 & m 4554n		Ausg. Strom Korrigiert f. fa. h _g Anz. Instrumenten		Ausg. Spannung 9 & m 4554n		Ausg. Spannung Korrig. f. falsche Anz. Instrumente		Tabelle 1.			Lautst. Lautsono- meter bei höherer Niveau		Lautst. Korrig. f. falsche Anz. Sonometer		C-A	
	in db	m. Bezug 1 Volt	in db	m. Bezug 1 Volt	in db	m. Bezug 1 Volt	in db	m. Bezug 1 Volt	Lautst. Korrig. f. falsche Anz. Sonometer	Lautst. Korrig. f. falsche Anz. Sonometer	Lautst. Korrig. f. falsche Anz. Sonometer	Lautst. Korrig. f. falsche Anz. Sonometer	Lautst. Korrig. f. falsche Anz. Sonometer	Lautst. Korrig. f. falsche Anz. Sonometer			
30	0,018	A	0,018	A	9,4	V	9,4	V	19,5	54	db	56	db	36,5	db		
35	0,023		0,023		13,0		13,0		23	54		55,5		32,5			
40	0,038		0,038		13,0		13,0		23	64		65		42			
45	0,045		0,045		13,0		13,0		23	72		72		49			
50	0,045		0,045		12,4		12,4		22	80		80		58			
60	0,045		0,045		11,8		11,8		21,5	66		66		44,5			
70	0,053		0,053		11,2		11,2		21	68		68		47			
90	0,058		0,058		10,2		10,2		20	50		50		30			
110	0,064		0,064		9,0		9,0		19	76		76		57			
130	0,059		0,059		8,4		8,4		18,5	76		76		57,5			
150	0,059		0,059		8,2		8,2		18	75		75		57,5			
200	0,068		0,068		7,6		7,6		17,5	75		75		57,5			
250	0,068		0,068		7,5		7,5		17,5	70		70		52,5			
300	0,068		0,068		7,3		7,3		17,5	71		71		53,5			
400	0,070		0,070		7,2		7,2		17	66		66		49			
500	0,074		0,074		6,9		7,0		17	75		75		58			
700	0,067		0,067		7,1		7,2		17	78		78		61			
1000	0,059		0,059		7,4		7,5		17,5	74		76		58,5			
1500	0,0555		0,0555		7,5		7,6		17,5	73		76		58,5			
2000	0,0535		0,0545		7,6		7,8		18	75		78		60			
3000	0,051		0,0525		7,6		7,85		18	54		58		40			
4000																	
5000	0,050		0,052		8,0		8,45		18,5	52		58		59,5			
6000	0,0515		0,054		8,2		8,65		18,5	51		59		40,5			
7000	0,0585		0,062		8,5		9,1		19	51		61		42			
8000	0,070		0,075		7,8		8,45		18,5								
9000	0,075		0,082		6,6		7,2		17								
10000	0,071		0,078		6,0		6,7		16,5								
12000	0,059		0,0665		5,5		6,2		15								
14000	0,0545		0,063		4,8		5,6		15								
16000	0,040		0,048		3,0		3,65		11								

KLANGLICHE FREQUENZLICHE. DIESE TONNE BEWERTUNG IN DEM VORBEREITUNGSSTADIUM
 12/17 (Auswahlschnitt + 14 dba Niveau)

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2012/05/22 : CIA-RDP83-00415R008200050002-3

Frequenz	Tabelle 2.										
	Gemessene Ausg. Spannung	Idem korrig. f. falsche Anz. Multavi	Korrekt.faktor d. Films	Diesg. korrektion berücksichtigt	In db m. Bez. A a. 7 Volt	Am Balken gemessene Lautstärke	Korrigierte	Gemess. Ausg. Spannung ohne Lautsprecher	Gemess. Ausg. Stl	Idem korrig. f. falsche Anz. Multavi	
30 Hz	29,5 V	30 V	0,86	26 V	28,5 db	63 db	65 db	36,5 db	26 V	0,05 A	0,0
70	20	20	0,93	18,5	25,5	75	75	49,5	19,5	0,10	0,1
200	8,3	8,3	0,95	7,9	18	72,5	72,5	54,5	9,5	0,073	0,0
500	6,0	6,1	1,03	6,3	16	72	72	56	7,5	0,056	0,0
1000	6,3	6,4	1,0	6,4	16	70	72	56	7,5	0,050	0,0
2000	6,6	6,8	0,94	6,4	16	74	77	61	7,8	0,047	0,0
4000	6,3	6,6	1,0	6,6	16,5	56	61	44,5	7,2	0,042	0,0
6000	6,3	6,7	0,96	6,4	16	54	62	46	7,2	0,041	0,0
8000	4,8	5,2	1,13	5,9	15,5	54	65	49,5	5,0	0,039	0,0

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2012/05/22 : CIA-RDP83-00415R008200050002-3

Tabelle 3.

Pot. Meter auf 17/17, weiter als Tabelle 2.

Frequenz	gemess. Ausg. Spannung	Idem korrigiert f. falsche Anz. Multivari	Korrekturfaktors d. Filmes	Diese Korrektur berücksichtigt	A		B		B-A	gemess. Ausg. Strom	Idem korrig. f. falsche Anz. Multivari
					In db.	m. Bgl. auf 1 Volt	Am Balkon	gemess. Lautstärke			
30 Hz	97,5 V	99 V	0,86	85 V	38,5 db	79 db	81 db	42,5 db	0,40 A	0,38 A	
70	60	60	0,93	56	35	90	90	55	0,30	0,30	
200	26	26	0,95	25	28	87	87	59	0,25	0,25	
500	20,5	20,5	1,03	21	26,5	84	84	57,5	0,21	0,21	
1000	21,5	21,5	1,0	21,5	26,5	79	81	54,5	0,18	0,18	
2000	23,0	23,5	0,94	22	27	86	89	62	0,17	0,17	
4000	22,5	23,5	1,0	23,5	27,5	70	75	47,5	0,15	0,16	
6000	23,5	24,5	0,96	23,5	27,5	64	72	44,5	0,15	0,16	
8000	17,5	19	1,13	21,5	26,5	63	74	47,5	0,145	0,155	

Tabelle 4.

Potentiometer auf 11/17, weiter als Tabelle 2.

Frequenz	gemessene Ausg. Spannung	Idem korrigiert p. falsch. Anz. Multipl.	Korrekturfaktor d. Films	Disp. Korrekt. tion beruecht. sichtigt	A		B		B-A	gemess. Ausg. Strom	Idem korrigiert p. falsch. Anz. Multipl.
					in db. m. Bezug a. 1 Volt	Am Balken gemessene Lautstarke	Idem korrigiert				
30 Hz	18,5 V	18,8 V	0,86	16,2 V	24 db	60 db	62 db	38 db	0,029 A	0,028 A	
70	12,2	12,2	0,93	11,3	21	70,5	70,5	49,5	0,060	0,059	
200	4,8	4,8	0,95	4,6	13,5	71	71	37,5	0,041	0,041	
500	3,76	3,8	1,03	3,9	12	66	66	54	0,034	0,034	
1000	3,80	3,84	1,0	3,84	11,5	64	66	54,5	0,0295	0,0295	
2000	4,10	4,21	0,94	3,95	12	69	72	60	0,028	0,029	
4000	3,96	4,12	1,0	4,12	12,5	56	61	48,5	0,024	0,025	
6000	4,2	4,4	0,96	4,2	12,5	53	61	48,5	0,024	0,025	
8000	3,2	3,3	1,13	3,7	11,5	54	65	53,5	0,023	0,025 ~	

Tabelle 5.

Klangfilm Frequenzfilm. Tiefe Töne nicht-bevorzugt in dem Vorverstärker. Potentiometer auf 13/17

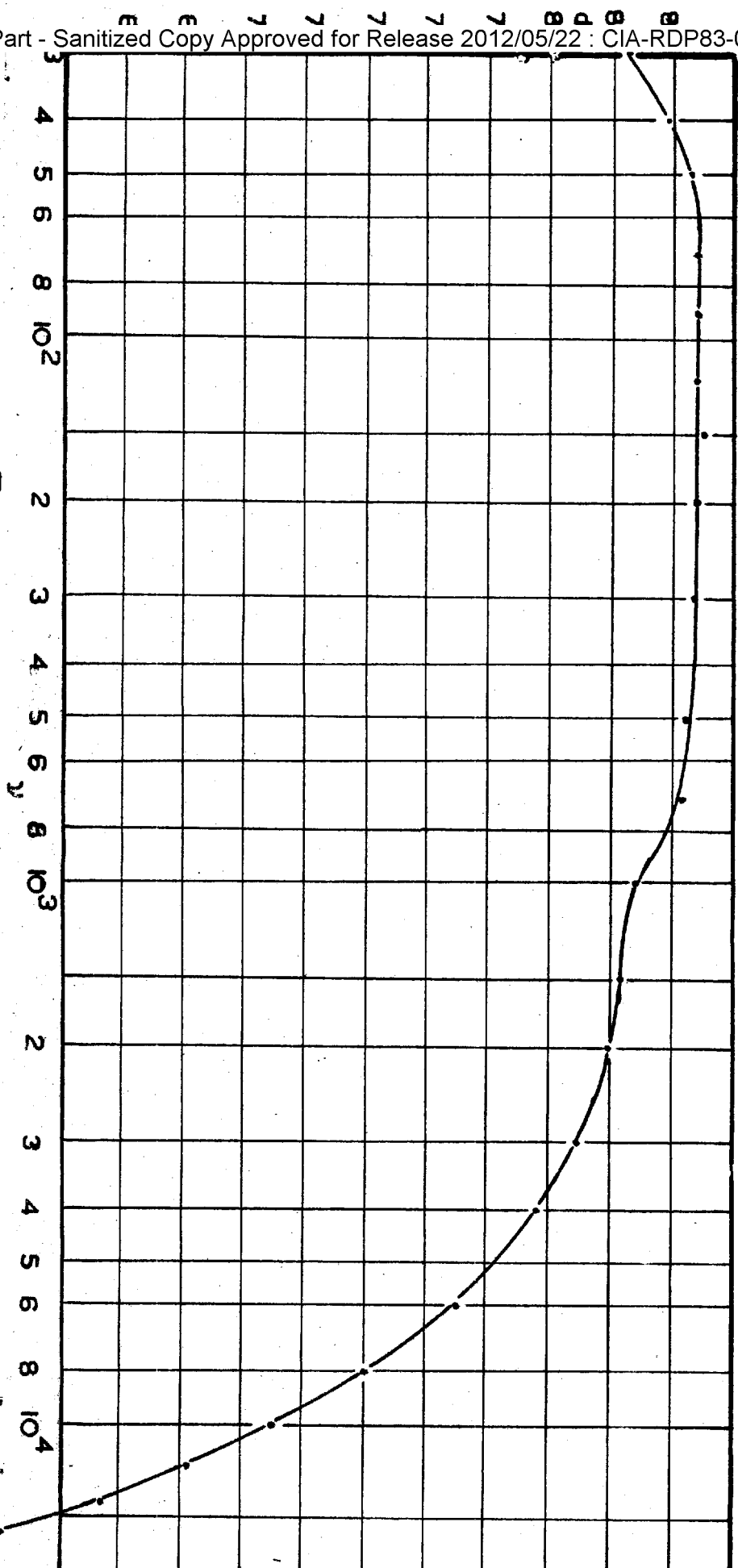
Frequenz	A			B			B-A			
	gemessene Ausg. Spannung	Idem korrig. f. falsche Anz. Multivi	Korrekturfaktor d. Filmes	Diese Korrekt. berücksichtigt	In db. m. Bez. a. 7 Volt	Am Balken gemessene Lautstärke	Idem korrig.	gemessene Ausg. Strom	Idem korrig. f. falsche Anz. Multivi	
30 Hz	7,2 V	7,3	0,86	6,3	16 db	56 db	58 db	42 db	0,0133 A	0,0127 A
70	9,5	9,5	0,93	8,8	19	65,5	65,5	46,5	0,046	0,046
200	7,0	7,0	0,95	6,7	16,5	71,5	71,5	55	0,0570	0,0570
500	6,0	6,1	1,03	6,3	16	73	73	57	0,0570	0,0570
1000	6,4	6,5	1,0	6,5	16	68	70	54	0,0506	0,0509
2000	6,8	7,0	0,94	6,6	16,5	75	78	61,5	0,0494	0,0504
4000	6,6	6,9	1,0	6,9	17	~ 58	~ 63	~ 46	0,0494	0,0511
6000	6,4	6,8	0,96	6,5	16	< 54	< 62	46	0,060	0,063
8000	3,6	3,9	1,13	4,4	13	< 54	< 65	52	0,055	0,059

Tabelle 6.

Ufa Frequenzfilm. Tiefe Toene bevorzugt in dem Vorverstaerker.
Potentiometer auf 13/17.

Frequenz	gemessene Ausg. Spannung	idem korrig. f. falsche Anz. Multiv.	Korrektfaktor des Films / 10	Diese Korrekt. beruecksichtigt	in db. m. Bez. z. 1 Volt	Am Balkon gemessene Lautstaerke	idem korrig.	gemessene Ausg. Strom	idem korrig. f. falsche Anz. Multiv.
40 Hz	37,5 V	38 V	1,95	19,5 V	26	83 db	84 db	58	
50	32	32,5	1,75	18,5	25	79	79	0,115 A	0,11 A
100	16,5	16,5	1,90	8,7	19	71	71	0,125	0,125
200	9	9	2,35	6,65	16,5	75	75	0,08	0,08
400	6,8	6,9	1,30	5,3	14,5	70	70	0,06	0,06
800	6,4	6,5	1,25	5,2	14,5	70	71	0,051	0,051
1600	6,2	6,3	1,35	4,65	13,5	70	73	0,045	0,045
3200	7,6	7,9	1,8	4,4	13	63	67	0,54	0,55
5000	13,5	14,3	4,0	3,6	11	60	67	0,11	0,12
6000	10,5	11,1	3,8	2,7	8,5	60	68	0,10	0,11
7000	7,5	8,0	3,65	2,2	6,85	58	67	0,088	0,093
8000	4,3	4,7	3,80	1,25	1,95	58	69	0,07	0,075
9000	3,2	3,5	3,50	1,00	0	<55	<67	0,043	0,047

Fig. 1 ijkning van de Sonometer



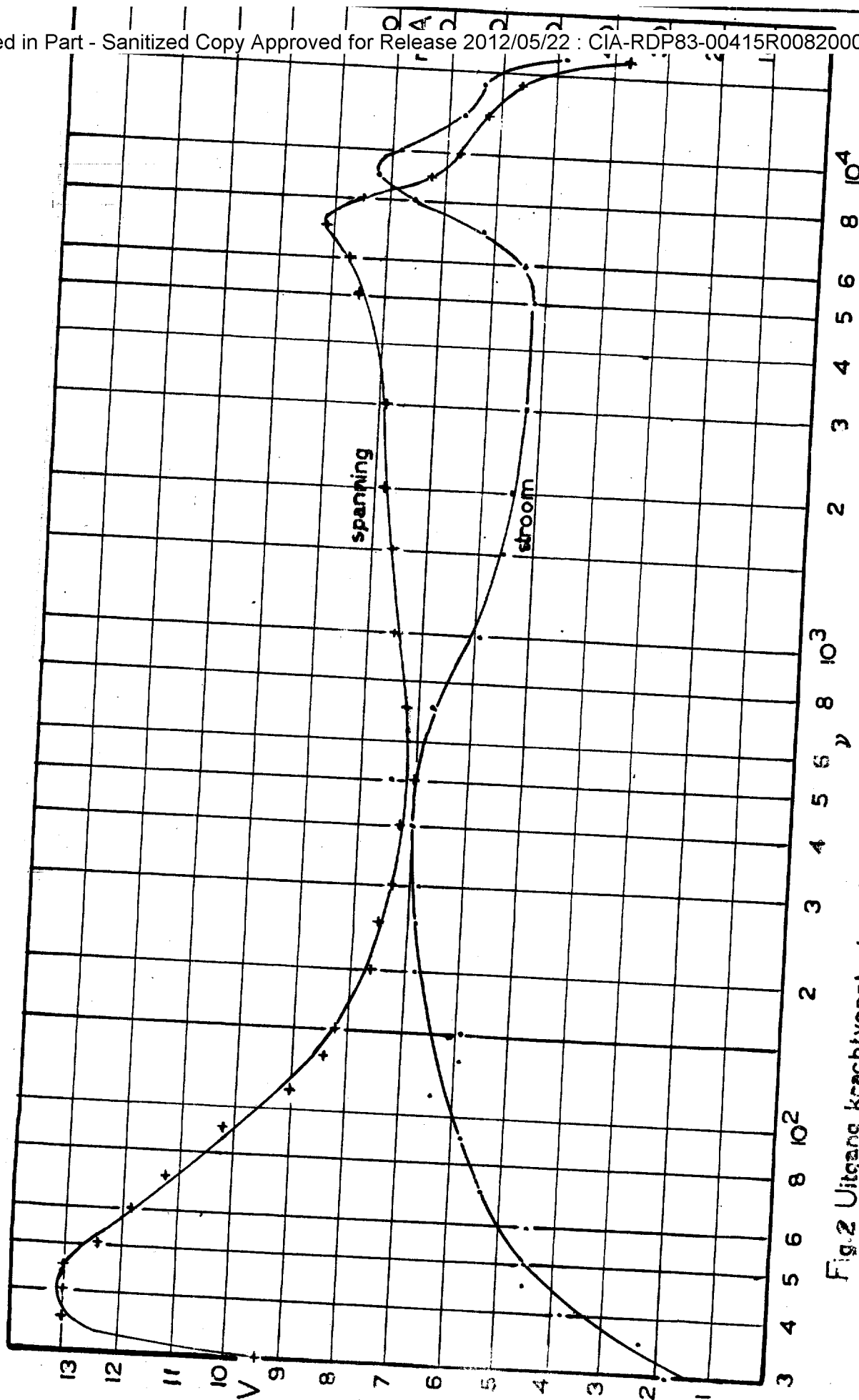


Fig.2 Uitgang krachtversterker; toorgenerator op ingang

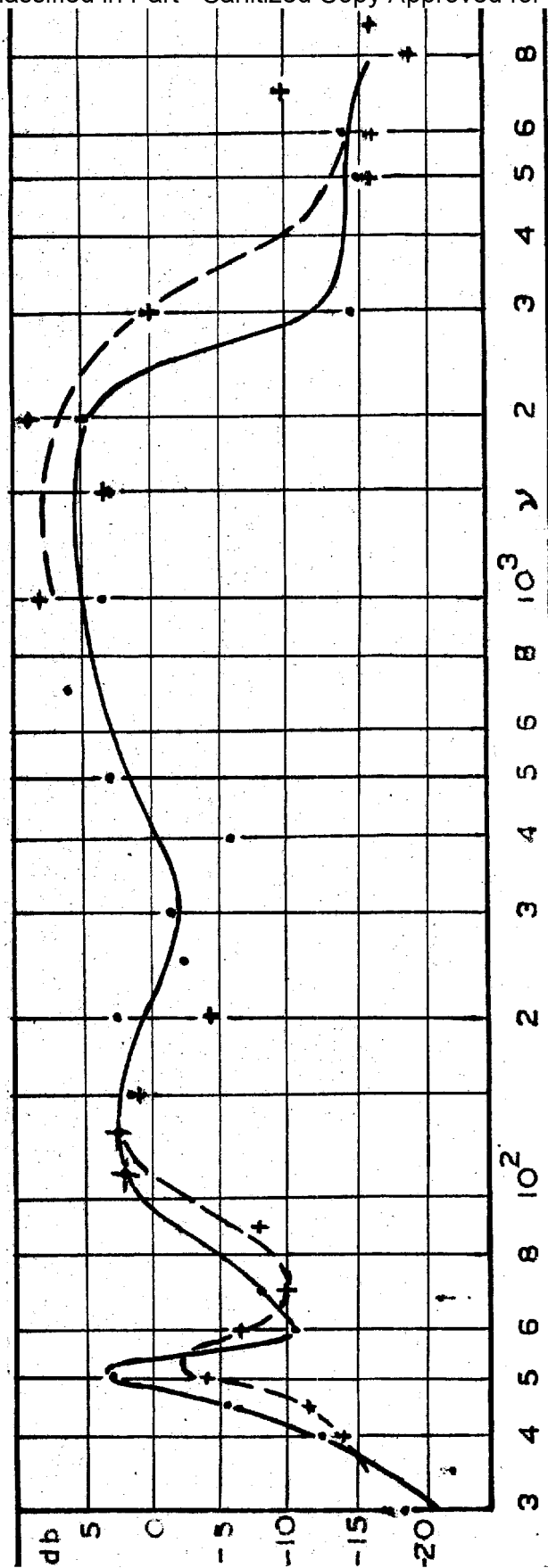


Fig.4: geluidsterkte bij constante spanning op de luidsprekers

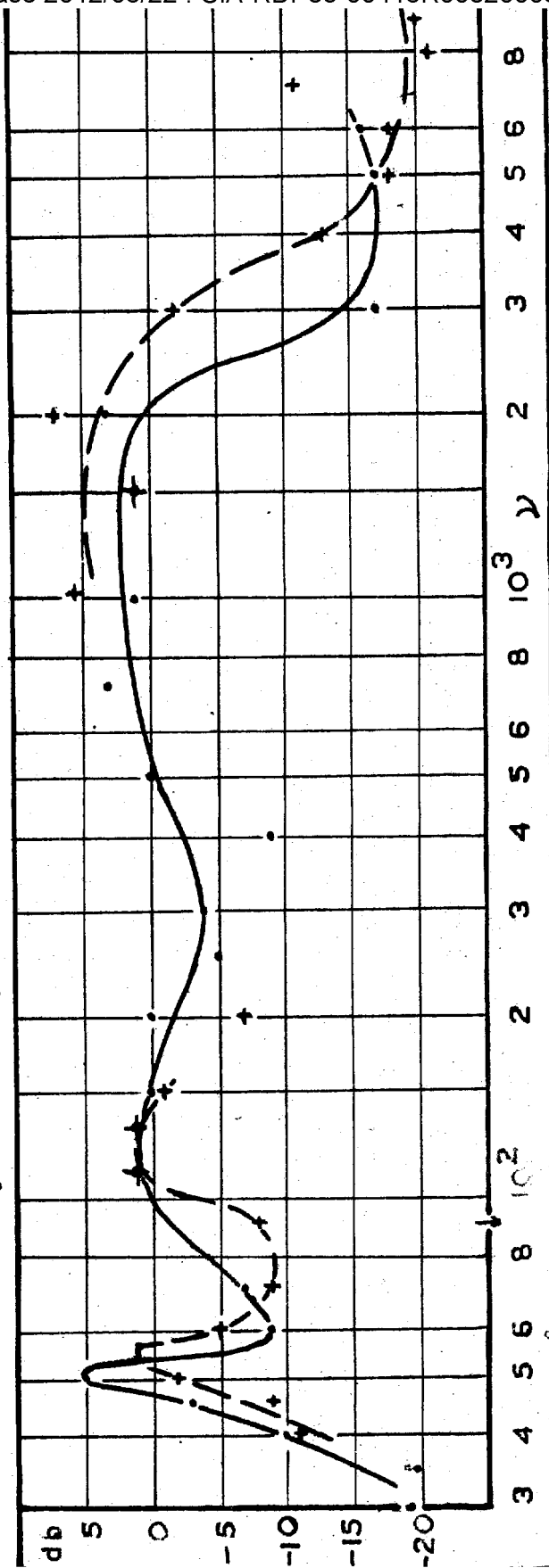


Fig.3: geluidsterkte bij constante spanning op ingang van de krachtversterker

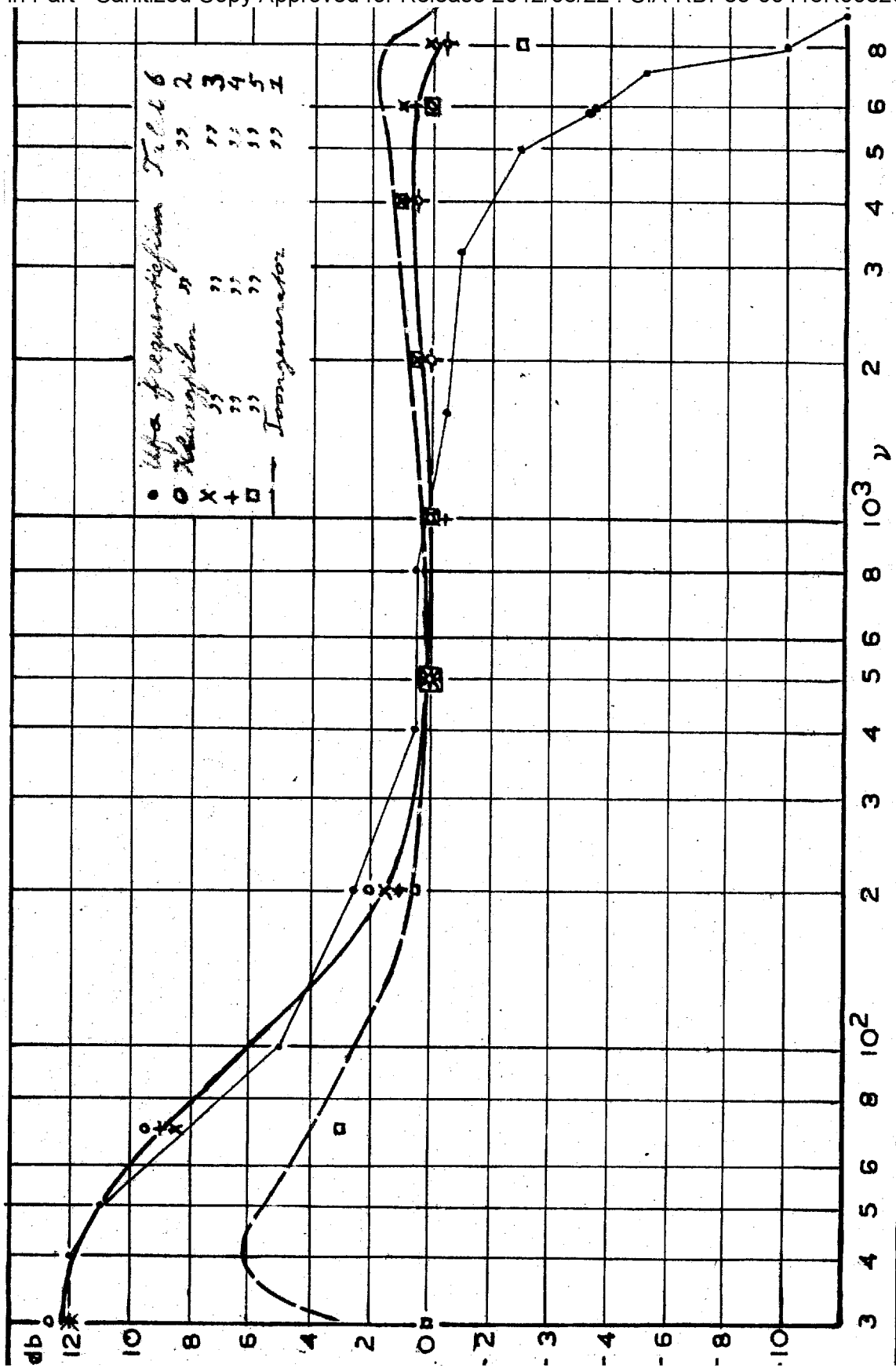


Fig. 5: uitgangsspanning van de krachtversterker in db

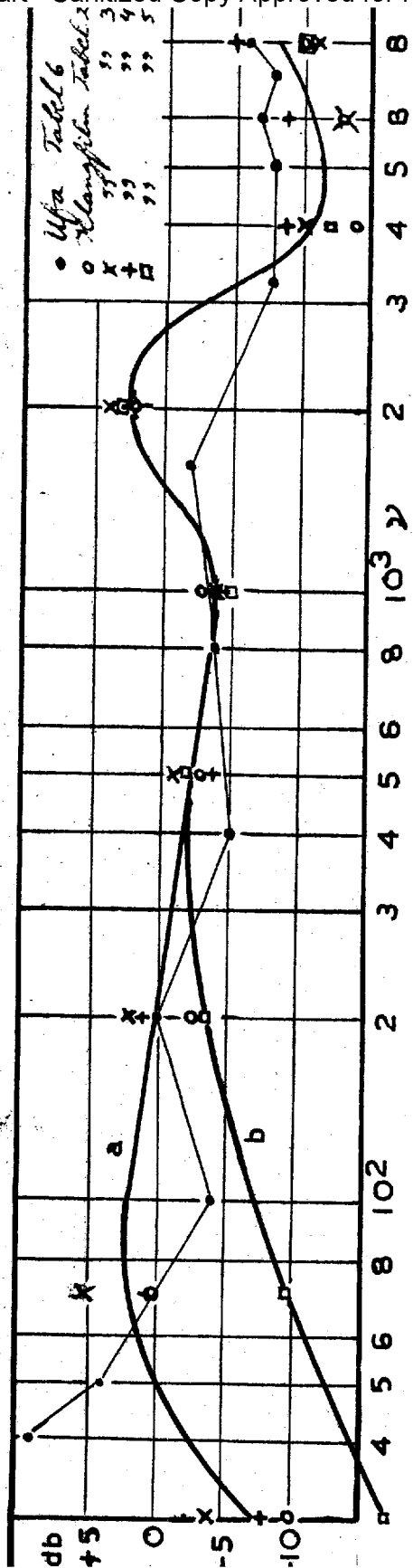


Fig. 6: geluidsterkte, a bij normaal bedrijf, b met rechte voorversterker

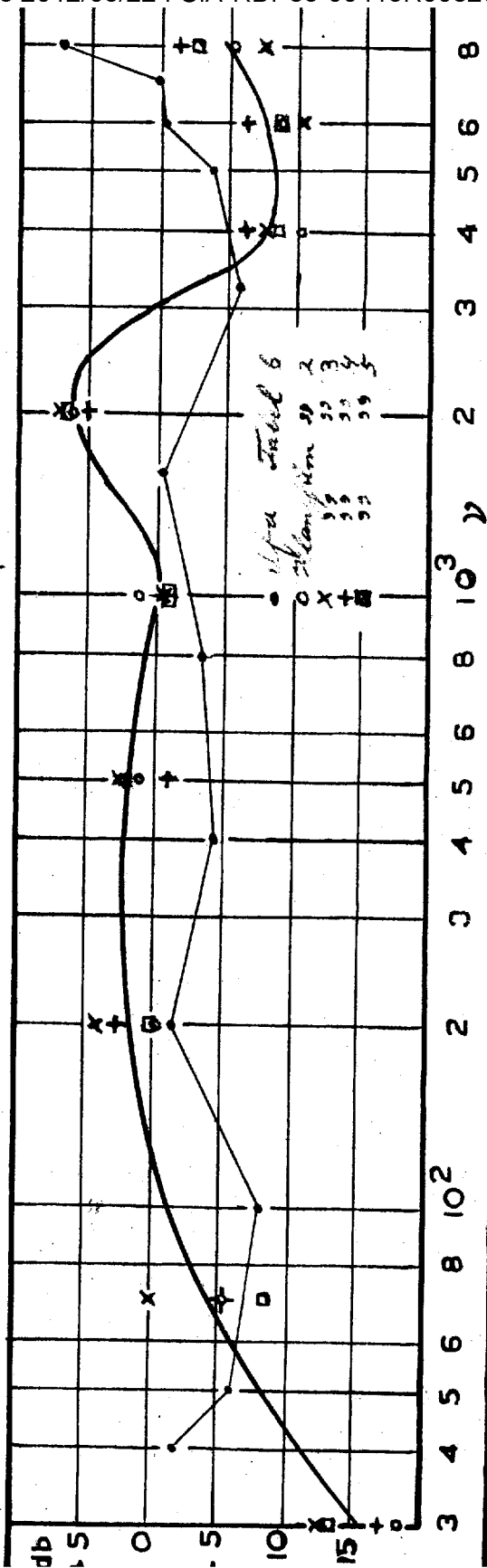


Fig. 7: geluidsterkte bij constante spanning op de luidsprekers

50X1-HUM

Page Denied

50X1-HUM



K LIGEL

GEGENSTAND: ZULAESSIGE VERZERRUNG BEI TONWIEDERGABE.
SUBJECT: PERMISSIBLE DISTORTION IN SOUND REPRODUCTION.

ENGINEER

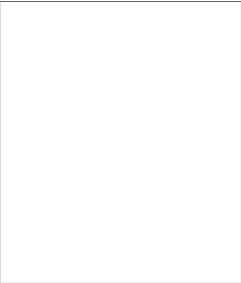
NAME: (ING. J. v. d. EIJK.)
NAME:

PLATZ: DELFT,
PLACE: LAB. VOOR TECHNISCHE PHYSICA.
(SOURCE) ENGINEERING (APPLIED) PHYSICS LABORATORY

BERICHT NR.: 2.
REPORT NO:

ZEITRAUM: 1 JANUAR 1943 - 1 APRIL 1943.
PERIOD:

50X1-HUM



LIGEL

GEGENSTAND:
SUBJECT: ZÜLKÄMLICHE VERZERRUNG BEI AKUSTISCHER
REPRODUKTION

NAME:
NAME: ENGINEER
IR. J. V. G. BIK

PLATZ:
PLACE
(SOURCE) DELFT,
LAB. VON TECHNISCHE PHYSICA.

BERICHT NR.:
REPORT NO. 2

ZEITRAUM:
PERIOD 1 JAN. 1943 - 1 APRIL 1943

INHALT:
CONTENTS:
I. ÜBERSICHT.
II. LASTOFFENER, STRAHLUNGSEMPFÄHIGER, EINERSEITS
EXPONENTIALTRICHTER UND DIE STRAHLUNGSEMPFÄHIG-
KEIT BIS ZU NIEDRIGEN FREQUENZEN GROSZ ZU
ERHALTEN; FREQUENZCHARAKTERISTIK DES TRICHTERS.
III. ENQUETE BETREFFEND DIE QUALITÄT DER SCHALLPLATTEN
WIEDERGABE, INS BESONDERE IM HINBLICK AUF DIE
STÄRKE DER HOHEN UND TIEFEN TÖNE, IM VER-
GLEICH MIT DENEN DES MITTELGEBIETES.
IV. MESSUNG DER HARMONISCHEN.
a) Entwurf Messbrücke
b) Kondensator-Microphon
V. KONSTRUKTION EINES FREQUENZVERDOPPLERS.

ZUSATZ;
ATTACHMENT: ERGÄNZENDE MESSUNGEN IM ASTA-THEATER.

I. Ueberblick.

Es zeigt sich, dass der Strahlungswiderstand eines Lautsprechers fuer tiefe Frequenzen abfaellt. Kompensation in der electrischen Schaltung, wodurch der Lautsprecherstrom fuer tiefere Frequenzen relativ grosser wird, ist nicht moeglich, weil dies zu grosse Verzerrung infolge der grossen Amplituden der Sprechspule Veranlassung gibt. Da die Frequenz, bei welcher der Strahlungswiderstand abzufaellen anfaengt, mit den Dimensionen des Lautsprechers zusammenhaengt, ist es erwuenscht diesen gross zu gestalten. Die Grosse wird jedoch begrenzt durch das Anwachsen der Konusmasse, wodurch die Wiedergabe der hohen Toene geschwaedigt wird. Verbesserung ist moeglich durch Verwendung eines Trichters. Die weite Mueundungsoeffnung fungiert als ein leichter grosser Konus. Der Trichter fungiert theoretisch zu gleicher Zeit als ein high-pass Filter; es zeigt sich, dass der exponentielle Trichter die guenstigste Frequenzcharakteristik hat. Ein derartiger Trichter wurde hergestellt. Die endoeffnung ist $1.80 \times 1.80 \text{ m}^2$, was nicht ganz der erwuenschten Grosse entspricht. Die Materiallage (Holz) liess jedoch einen grosseren Enddurchschnitt nicht zu. Aber auch so ist schon eine bedeutende Verbesserung der Wiedergabe der tiefen Toene erzielt.

Die Abschnittfrequenz des exponentiellen Trichters wurde bei 20 Hz. gelegt, so dass auch die tiefsten Toene, welche praectisch in der Musik vorkommen, noch durch kommen, soweit wenigstens der Lautsprecher sie wiedergibt. Dadurch, dass die Abschnittfrequenz so tief gewaehlt wurde, kann der Trichter als nur sehr allmaehlich erweitern, so dass die Laenge gross wird in unserem Falle 6 Meter (Halsoeffnung $20 \times 20 \text{ cm}^2$). Die gemessene Frequenzcharakteristik stimmt wohl mit den Erwartungen ueberein. Unter 100 Hz. faellt die Charakteristik ab, und auch fuer die hoechsten Toene gibt es einen Abfall, der sehr unerwuenscht ist. Inzwischen ist doch schon eine bedeutende Verbesserung gegenueber dem Lautsprecher in einer Schallwand gefasst erreicht.

Da die gesonderten Werturteile verschiedener Personen ueber die Qualitaet der Wiedergabe oft sehr auseinander gingen, wurde beschlossen dass eine Anzahl von Leuten gleich-

zeitig der Wiedergabe bestimmter Schallplatten zuhören wurde um zu untersuchen ob ein System aus den schriftlich abgegebenden Beurteilungen auffindbar wäre. Es zeigt sich, dass eine Linie bestimmt in den Antworten aufzufinden ist, besonders fuer diejenige Musik, welche leicht anspricht. Bei Musik wofuer die Wertschaetzungen mehr aus einander gingen, ist auch das Urteil ueber die Wiedergabequalitaet mehr verschieden.

Obgleich die Obertone bei Schallplattenwiedergabe bei lange nicht zu ihren Rechte kommen, zeigte sich doch, dass durchschnittlich mit der heutigen Apparatur sowohl hohe als tiefe Töne befriedigend wiedergegeben werden koennen. Zugleichzeitig blieben aber verschiedene Beschwerden uebrig, die vielleicht ihren Grund in der nicht-linearen Verzerrung das Nadelgeräusch und das einseitige Hoeren finden muessen. Wir werden versuchen, die ersten zwei Gruende herabzusetzen durch Verwendung vom Funkempfang an Stelle von Schallplatte

Um Messungen machen zu koennen, die Aufschluss ueber der Prozentsatz Harmonischer erteilen, der in dem Ton oder in den elektrischen Stroemen und Spannungen enthalten ist, wurde beschlossen eine Messbruecke zu bauen des Typs, wie u. a. in "Elektronenroehren" von Barkhausen beschrieben wird. Im anfang schien die Verwendung von Sperrkreisen vorteilhafter, die notwendige hohe Kreisqualitaet bei tiefen Frequenzen war jedoch als ein Hindernis.

Die Bruecke muss mit einem Mikrophon und zugehoerendem Verstaerker komplettiert werden um Luftschall untersuchen zu koennen. Beide duerfen nur sehr wenig Verzerrung ergeben. Als Mikrophon wird ein Kondensatormikrophon verwendet werde

Fuer die Untersuchung der Hoerbarkeit und der Hinderlichkeit der Verzerrung wird es ^{sich} u. a. als notwendig erweisen eine bekannte Menge Harmonischer dem Schall zuzufuegen. Zu diesem Zweck wird ein Apparat gebaut, der die Frequenz verdoppelt. Ein Teil dieser doppelten Frequenz wird dann dem Urspruenlichen Schall beigemischt. Der Apparat, wie auch die Messbruecke fuer Harmonische, befinden sich in Herstellung.

- 3 -

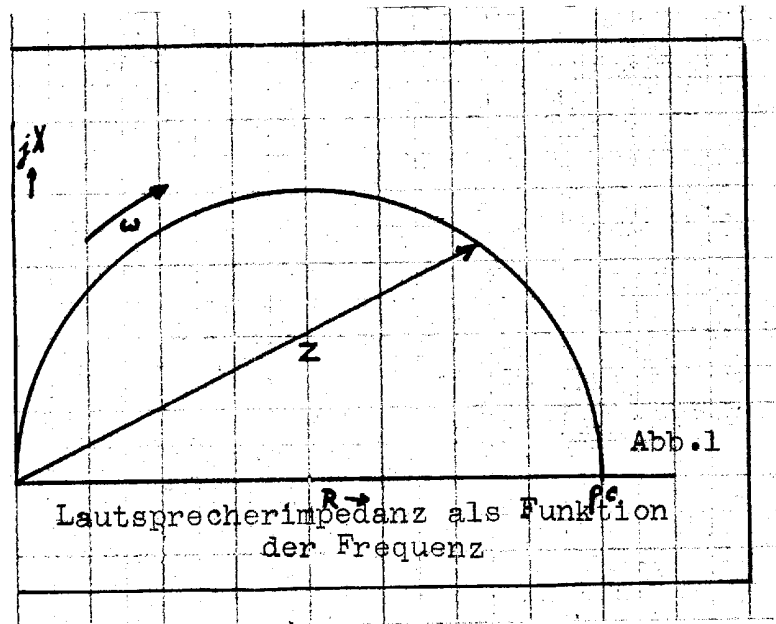
II. Lautsprecher.

Abb. 1 gibt ein Bild der komplexen Strahlungsimpedanz der pulsierenden Kugel, annähernd mit einem Lautsprecherkonus, in einem "baffle" übereinstimmend, dessen Formel auf Seite 13 des Berichtes I zu finden ist.

Aus der auf der selben Seite erwähnten Tabelle geht hervor, dass ein Lautsprecher ^{mit} einem Durchmesser von 30 cm schon bei ca. 500 Hz. eine Verringerung von 3 db der Strahlungsenergie hat. Wenn wir wünschen, dass dies erst bei 30 Hz eintritt, so muss der Durchmesser 5 Meter werden. Am einfachsten ist dies erreichbar dadurch man ein Trichter vor den Lautsprecher anbaut. Aus Gründen der Materialknappheit wurde die Öffnung auf $1.80 \times 1.80 \text{ m}^2$ beschränkt. Da ein derartiger Trichter zugleichzeit als ^{das} "high-pass" Filter fungiert und die Charakteristik eines exponentiellen Horns viel günstiger als zum Beispiel eines konischen Horns ist, wurde beschlossen ein ~~ein~~ exponentielles Horn zu bauen. Der Lautsprecher ist dann fuer alle durchgelassenen Frequenzen praktisch mit einer akustischen Impedanz ρc belastet, wodurch die Energie-Abgabe fuer die tiefen Töne viel günstiger und dadurch weniger verzerrt ist. Durch die ~~Wahl~~ ^{Wahl} einer engen Halsöffnung

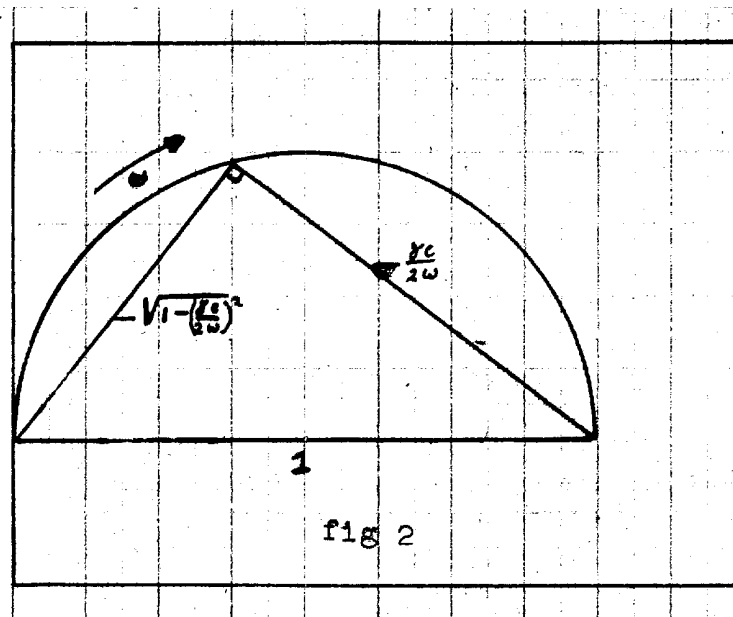
- 4 -

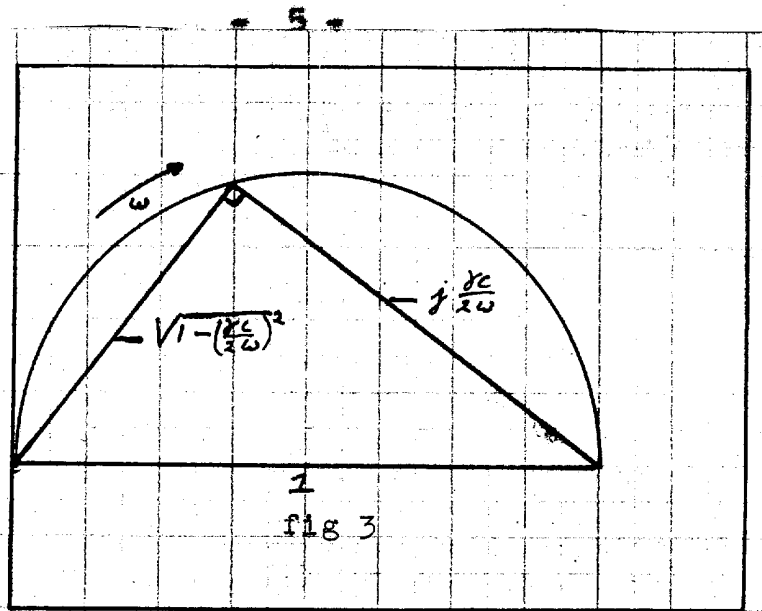
des exponentiellen Trichters, ist es möglich die akustische Impedanz fuer alle Frequenzen zu erhoehen und auf diese Weise den Nutzeffekt des Lautsprechers bis zu 50 % zu erhoehen. Weil dies jedoch wieder Schwierigkeiten fuer die Wiedergabe der hohen Töne mit sich bringt, haben wir hierauf vorläufig verzichtet und eine Halsöffnung von $20 \times 20 \text{ cm}^2$ gewaehlt.

Durch einen unendlich langen exponentiellen Trichter dessen Querschnitt senkrecht zur Symmetrie-Achse gleich $S_0 e^{-\gamma x}$ ist, falls die x-Achse mit der Symmetrie-Achse zusammenfaellt und seinen Ursprung in der Halsöffnung hat, dort wo der Querschnitt also S_0 ist, ist die Strahlungsimpedanz:

$$Z = S_0 \rho c \left\{ \sqrt{1 - \left(\frac{\rho c}{2\omega}\right)^2} + j \left(\frac{\rho c}{2\omega}\right) \right\}$$

Es zeigt sich, dass der Modulus von $\frac{\rho c}{2\omega}$ konstant-1 ist. Der Verlauf des reellen und imaginären Teiles ist in den Abb. 2 und 3 anschaulich gemacht.





Aus Abb.3 geht deutlich hervor, dass, wenn einmal ω so tief geworden ist, dass der imaginäre Teil der Impedanz wahrnehmbar wird, der reelle Teil schon sehr bald bei weiter abnehmendem ω verschwunden ist. Die "Grenzfrequenz" wird durch $\frac{z\epsilon}{2\omega} = 1$ bestimmt. Ist ω zweimal so hoch, $\omega = 2z\epsilon$, dann ist die Wurzelformel $\sqrt{1 - (\frac{1}{2})^2} = 0,865$

Schlussfolgerung: soll die Frequenz ν noch schallis durchkommen, dann muss die "Grenzfrequenz" $\frac{1}{2} \nu$ sein.

Die Grenzfrequenz bestimmt z und, bei bestimmter Anfangs- und Endöffnung, also auch die Länge. Zweck Vermeidung allzu-grosser Längen, wird die Grenzfrequenz bei 20 Hz. gelegt, also

$$z = 0,001710$$

Um noch einmal auf die Endöffnung zurückzukommen: die Betrachtung als ob diese wie ein oben so grosser "Luftkonus" fungieren würde, ist eigentlich zu simpelistisch, wenigstens nicht vollstaendig. Bei einer Endlichen Endöffnung haben wir mit Reflexionen gegen das offene Ende zu tun. Diese beeinflussen die Frequenzcharakteristik.

Als guenstigster Wert fuer den Radius der Mündöffnung wird $r_1 = \frac{z}{2}$ angegeben, was uebereinstimmt mit einem Winkel von 45° zwischen der Mittellinie und einer Beruehrungslinie in einem Punkt des Vorderrandes angebracht und in einer Symmetrie flaeche liegend. In unserem Falle fuehrt dies zu einem Radius von $\frac{2}{0,001710} = 234$ cm, was also praktisch uebereinstimmt mit dem was sich ergibt, wenn mit einem "Luftkonus" gerechnet wird, der bei $\frac{1}{2}$ - facher Grenzfrequenz 3 db weniger ausstrahlt,

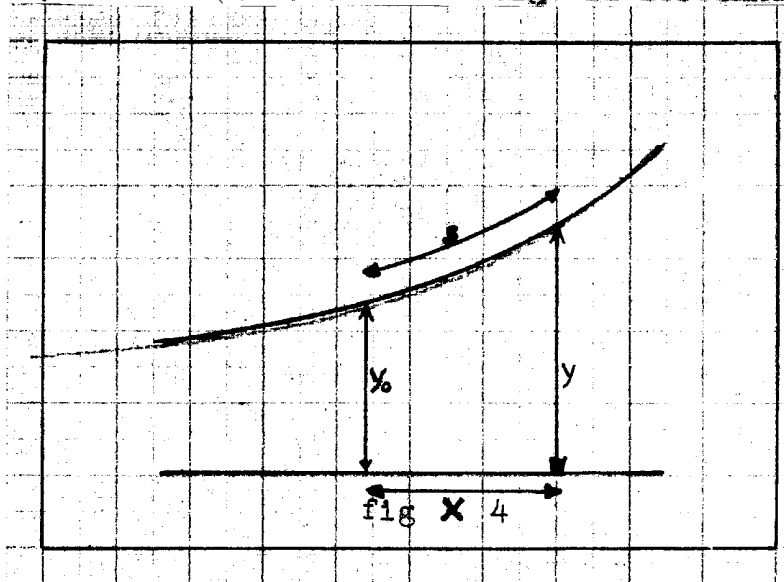
als bei hoeheren Frequenzen.

Bemerkung: Dies gilt immer, denn wird die Grenzfrequenz verdoppelt, dann werden wir den Konus den halben ^{Durch}Stichmesser geben. Jetzt ist jedoch auch f verdoppelt und r_1 also die Haelfte. Als Regel gilt also, dass der Durchmesser der Mueundung eines exponentiellen Trichters mit einer Grenzfrequenz $\frac{1}{2}$ ungefaehr einer halben Wellenlaenge der Frequenz $\frac{1}{2}$ ^{einem Drittel} (gleichkommt) der Wellenlaenge bei $\frac{1}{2} f$.

Fuer ^{einen} runden Durchschnitt ist auch die Laenge leicht zu berechnen.

$S = S_0 e^{g x}$, also $z = z_0 e^{\frac{g}{2} x}$ und $\lg z = \lg z_0 + \frac{g}{2} x$ oder $z = \frac{z_0}{\sqrt{10}} e^{\frac{g}{2} x}$ falls r_1 der Radius der Endoeffnung ist. Wenn wir den vier-eckigen Durchschnitt benutzen, dann bleibt L naturgemass gleich. Fuer unseren Fall: $z_0 = \frac{20}{\sqrt{11}}$ en $z_1 = \frac{100}{\sqrt{11}}$, also $\frac{z_1}{z_0} = 5$ so dass wir finden, dass $L = \frac{z_1 - z_0}{\frac{g}{2}} = 6,11$ cm.

Dieses L ist die Laenge der Achse entlang, nicht die der gebogenen Waender. Dieses (L') ist wie folgt zu berechnen (siehe Abb.4);



$$\Delta S = \sqrt{(\Delta x)^2 + \left(\frac{dy}{dx} \Delta x\right)^2} = \Delta x \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}$$

Jetzt ist $y = y_0 e^{\frac{g}{2} x}$, also $\frac{dy}{dx} = \frac{g}{2} y$, also $\Delta S = \Delta x \sqrt{1 + \left(\frac{g}{2} y\right)^2}$

$$\text{und } L' = \int_0^L \sqrt{1 + \frac{g^2}{4} y^2} dx = \int_0^L \sqrt{1 + \frac{g^2}{4} y_0^2 e^{g x}} dx = \int_0^L \sqrt{1 + A^2 e^{2 g x}} dx$$

wenn $A^2 = \frac{g^2}{4} y_0^2$

In unserem Fall ist $A^2 = (0,00710 \cdot 10)^2 = 0,0013$
 Und $e^{g x}$ ist maximal $e^{0,00710 \cdot 20} = 79,5$, also
 $A^2 e^{2 g x}$ ist maximal $= 0,104$, so dass wir schreiben koennen

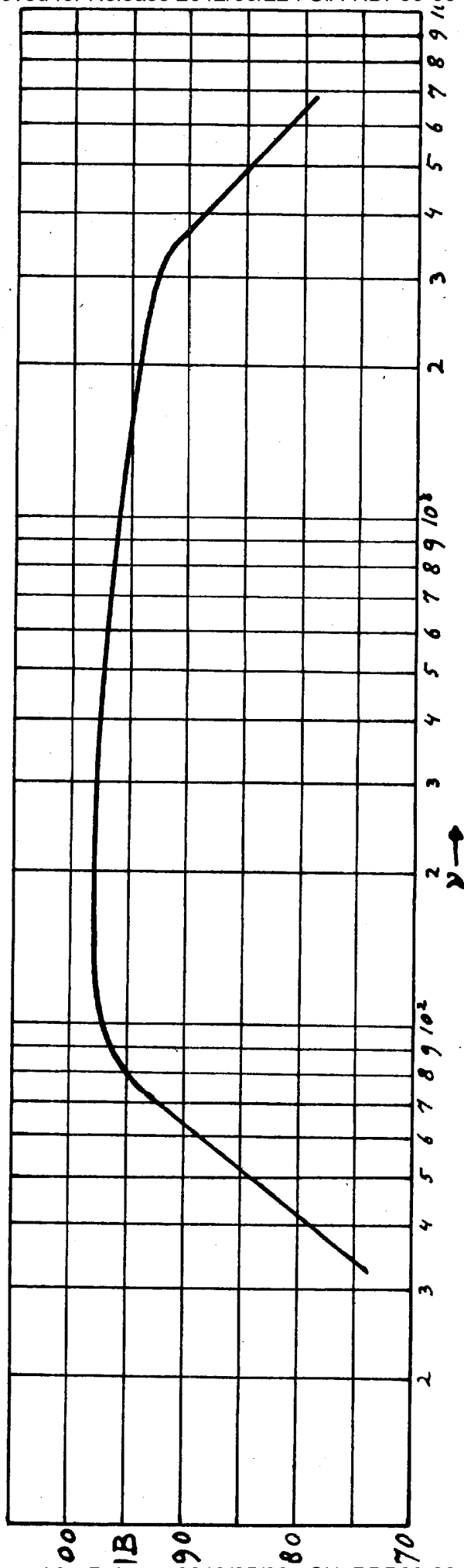


Abb. 5.

Freigewandcharakteristika des Prüflings mit 35 mm Helligkeitsauswertungs- und Kreiswertmesser. Gelesen mit 0,1 Genometer nach der Aufklärung.

- 7 -

$$L' = \int_0^L \left(1 + \frac{A^2}{1} e^{2x}\right) dx = L + \left| \frac{A^2}{2\gamma} e^{2x} \right|_0^L = L + \frac{A^2}{2\gamma} (e^{2L} - 1) = L + \frac{\gamma_0^2}{\rho} \frac{e^{2L} - 1}{2\gamma}$$

Wie gross ist dieses Korrektionsglied? $\frac{A^2}{2\gamma} (e^{2L} - 1) = \frac{90013}{20191} = 7,9,5 = 7$

Also gut 1%. L' wird 618 cm.

Fuer jede 10 cm von x wurde nun s berechnet wie auch der zugehoerige Radius fuer einen Trichter mit rundem Durchschnit aus diesem letzten kann dann die Seite eines viereckigen Durchschnit, leicht berechnet werden und also konnten die 4 Seitenflaechen des Trichters gezeichnet und darauf ausgesaegt werden. Als Material war 12 mm Strohpappe verfuegbar. Den Raechern jeder Seitenflaechen entlang wurde jede 10 cm ein kleines Holzblockchen geleimt, und dadurch ^{dass} man dieses an das Holz blockchen einer anderen Seitenflaechen festschraubte, wurde der Trichter zusammengestellt. Fachwerk aus Holztraegern ergab genugende Festigkeit.

Schliesslich wurde an die Hinterseite ein 25 Watt Philips Lautsprecher befestigt. Wenn wir diesen auf den 24 Watt Verstaerker anschliessen und auf dessen Eingang einen Tongenerator setzen, finden wir die Frequenzcharakteristik von Abb. 5. Diese Abbildung gibt einen Mittelwert aus verschiedenen Messserien, welche mit dem G.R. Sonometer aufgenommen wurden, waehrend das Mikrophon nahe vor der breiten Oeffnung des Trichters hing. Wie bei dieser Breite der Oeffnung zu erwarten war, werden die tiefsten Toene noch geschwaecht ausgestrahlt, so dass z.B. auch ~~ein~~ bei der Wiedergabe von Funkmusik sowohl die tiefen als auch die hohen Toene hervorgeholt werden muessen. Die tiefen Toene werden nun einmal viel besser, reiner und "frei" wiedergegeben als mit demselben 25 ^{Watt} Lautsprecher in einem Bass, so dass der Zweck: eine bessere Reproduktion der tiefen Toene hiernit wohl erreicht worden ist. Es wird in Betracht gezogen fuer die hohen Toene einen gesonderten Lautsprecher zu verwer-

III. FRAGEN BETREFFEND DIE QUALITAET DER WIEDERGABE VON SCHA
PLATTEN, INS BESONDERE BEZUEGLICH DES STAEKVERHAELTNISSES
HOHER UND TIEFER TOENE MIT RUECKSICHT AUF DAS ZWISCHENGE
LEGENDE FREQUENZGEBIET.

Datum:

Name:

1. Spielen Sie selbst ein Instrument? -----
2. Falls ja, welches?-----
3. Sind Sie ein anfangender, mittelmaessiger oder fortgeschrittener Spieler? -----
4. Erachten Sie die Wiedergabe der hohen Toene zu stark, zu schwach, oder richtig? -----
5. Erachten Sie die Wiedergabe der tiefen Toene zu stark, zu schwach, oder richtig? -----
6. Erachten Sie die Wiedergabe des zwischengelegenen Gebietes zu stark, zu schwach, oder richtig? -----
7. Ist die totale Staerke Ihrer Meinung nach zu stark, zu schwach, oder richtig? -----
8. Haben Sie noch besondere Bemerkungen? -----
9. Spricht das Musikstueck als solches bei Ihnen an? -----

No. Platte	Antwort Frage 4	Antwort Frage 5	Antwort Frage 6	Antwort Frage 7	Antwort Frage 8	Antwort Frage 9
------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

--	--	--	--	--	--	--

- 8 -

Beim Spielen von Schallplattenmusik war es mir aufgefallen, wie die Urteile verschiedener Personen ueber die Qualitaet der Reproduktion auseinander gehen. Wo die eine Person keine besonderen Bemerkungen hatte, bat eine andere darum die tiefen Toene mehr hervorzuhoben, waehrend eine dritte zugleich Zeit gerade einen Mangel hoher Toene feststellte. Da es auf diese Weise schwierig wurde ein ueberzeugendes Urteil ueber das erzielte Ergebnis zu bekommen, wurde beschlossen eine Enquete zu veranstalten: eine Anzahl von Leuten wurde darum eingeladen waehrend einer Stunde die Wiedergabe von Schallplatten zu belauschen und dabei einen Fragebogen (siehe beiliegendes Beispiel) auszufuellen. Obschon vorlaeufig hauptsaechlich bezweckt war ein Urteil bezueglich des Staerkeverhaeltnisses hoher und tiefer Toene mit Ruecksicht auf das Mittelgebiet zu bekommen, wurde doch auch eine Spalte fuer besondere Bemerkungen bezueglich der Wiedergabe reserviert. Da es a priori nicht ausgeschlossen ist dass das Urteil von der Tatsache abhaengig ist, ob der Beurteiler die betreffende Musik als angenehm empfindet, wurde auch dieser Schaetzung eine Spalte gewidmet. Auch wurde jeder Teilnehmer gefragt ob er selbst musiziere (10 Stueck).

Die Wahrnehmer wurden nummeriert von 1 - 19. No. 1 faellt aus, da er nach einigen Nummern fort ging und auch fuer die gehoerten Nummern wenig Fragen beantwortet hatte. Auch einige andere Wahrnehmer hatten ein paar Platten nicht gehoert.

Ausarbeitung der Resultate:

Um die Resultate uebersichtlich zu gestalten, wurden die Urteile in Zahlen umgesetzt. "Richtig" ist gleich Null, "etwas zu laut" ist + 1, "zu laut" ist + 2, "viel zu laut" ist + 3; uebereinkommend wurden fuer "etwas zu leise", "zu leise" und "viel zu leise" die Zahlen -1, -2, -3, gewaehlt. Weiter wurden die Antworten auf "Mittelgebiet richtig" korrigiert und zwar auf die Weise, dass bei der Zahl fuer hohe Toene und bei der fuer tiefe Toene diejenige Zahl zugerechnet wird, welche noetig ist um fuer das Mittelgebiet die Zahl Null zu bekommen. Waeren z.B. die Zahlen fuer hohe

- 9 -

Toene, tiefe Toene und Mittelgebiet beziehungsweise -3, + 2 und -2, so werden die korrigierten Werte bzw. -1, + 4 und 0. (In den weitaus meisten Faellen, war diese Korrektion nicht notwendig, da die Wahrnehmer von sich aus schon die hohen und tiefen Toene mit dem Mittelgebiet verglichen hatten und also hierfuer "richtig" angegeben hatten).

Wenn wir fuer jede Platte gesendert und fuer jedes dieser 3 Frequenzgebiete die von den verschiedenen Wahrnehmern mitgeteilten Zahlen zusammensuchen und wenn wir diese 3 Ergebnisse durch die Anzahl der Beurteiler teilen, dann bekommen ^{wir} ein durchschnittliches Werturteil der Staerke pro Platte, das fuer das Mittelgebiet jetzt natuerlich immer 0 ist.

Wenn ^{wir} diesen Durchschnitt fuer alle Platten und alle Wahrnehmer aufstellen, dann finden wir fuer das Verhaeltnis der hohen Toene zum Mittelgebiet -0,20 (waehrend -1 bedeutet "etwas zu leise"), fuer das der tiefen Toene zum Mittelgebiet + 0,36 und fuer die totale Staerke + 0,10.

Interessant ist noch die Weise in der diese Zahlen zu Stande kamen. Fuer die hohen Toene haben wir 11 "negative Wahrnehmer" (durchschnittlich -0,6), 6 "positive" Wahrnehmer (durchschnittlich + 0,3) und einen Wahrnehmer, der das Staerkeverhaeltnis mit Ruecksicht auf das Mittelgebiet richtig fand (nicht nur durchschnittlich, sondern sogar fuer alle Platten!). Wir duerfen also wohl annehmen, dass die Wiedergabe der hohen Toene durchschnittlich ziemlich in Ordnung war. Hierbei muss noch bemerkt werden, dass bei der Wiedergabe nicht nur die tiefen, sondern auch die hohen Toene mit Ruecksicht auf das Mittelgebiet hervorgehoben wurden, diese Letzte durch Ueberbrueckung des Widerstandes R (Abb. 7. Bericht I), welche immer 10.000Ω war, mit einem Kondensator von 10.000 cm . Spater wurde diese Regelung noch verfeinert; Frequenzcharakteristiken sind noch nicht verfuegbar.

Fuer die tiefen Toene haben wir 3 "negative Wahrnehmer" (durchschnittlich - 0,6), 13 "positive Wahrnehmer" (durchschnittlich + 0,5) und 2 die "richtig" verzeichnen (einer als Mittelwert, einer fuer alle Platten; dieser Letzte ist aber ein Anderer als der, welche bei allen Platten die hohen Toene als richtig betrachtete).

- 10 -

Fuer die allgemeine Staerke haben wir 7 "negative Waernehmer" (durchschnittlich $-0,5$), 10 "positive Waernehmer" (durchschnittlich $+0,5$) und einen, der durchschnittlich "richtig" verzeichnet.

Wenn wir fuer jeden Waernehmer ^{geson} den Mittelwert fuer alle Platten betrachten, dann stellt sich heraus, dass die Zahlen zwischen $-1,45$ und $+1,00$; $-0,82$ und $+2,3$; $-0,91$ und $+1,00$ liegen, resp. fuer die Verhaeltnisse der hohen Toene zum Mittelgebiet ^{der tiefen Toene zum Mittelgebiet} und die Staerke als Ganzes. Es gibt also ziemlich grosse individuelle Differenzen.

Auf den absoluten Wert aller dieser Zahlen kann natuerlich nicht zuviel Wert gelegt werden im Zusammenhang mit der relativ geringen Zahl der Teilnehmer, aber meiner Meinung nach ist es doch gestattet die Folgerung zu ziehen, dass die Wiedergabe der hohen wie auch der tiefen Toene befriedigend geregelt werden kann. Dies will jedoch nicht besagen, dass die "ideale Wiedergabe" annaehierend erreicht worden ist. Die ziemlich grossen Differenzen in den Werturteilen weisen darauf hin. Zwar werden dabei auch bewusst oder unbewusst Faktoren eine Rolle spielen, die eigentlich ausgeschaltet sein sollten, wie z.B. der Klang des Radio oder des Gramophone zu Hause oder der Gedanke, dass es nur Schallplattenwiedergabe ist und "also" nicht richtig sein kann, oder auch dass man soviel Sorgfalt auf die Wiedergabe verwendet hat, dass diese "also" wohl sehr gut sein muss; aber gewisse werden auch andere Faktoren eine Rolle spielen. Der Rausch z.B. ist fuer manche Zuhoeerer sehr stoerend. Es ist verschiedene Male vorgekommen, dass Zuhoeerer ein Winus an hohen Toene feststellten und die Wiedergabe bedeutend verbessert fanden, nachdem, ohne ihr Wissen, alle hohen Toene ueber ca. 4000 Hz. abgeschnitten waren! Andere dagegen koennen ziemlich vollkommen von Rausch abstrahieren und akzeptieren diesen lieber dazu, als dass Sie die hohen Toene entbehren mueseten. Ein anderer Faktor mag das Fehlen der hoeheren Obertoene sein, wodurch der Klang vielleicht weniger "brillant" ist. Es wird beabsichtigt auf die Frage nach der Unnatuerlichkeit trotz einer anschaenend guten Wiedergabe der tiefen und hohen Toene einzugehen, u.a. dadurch dass man eine beschraenkte Zahl von Klavierspielern die Wiedergabe

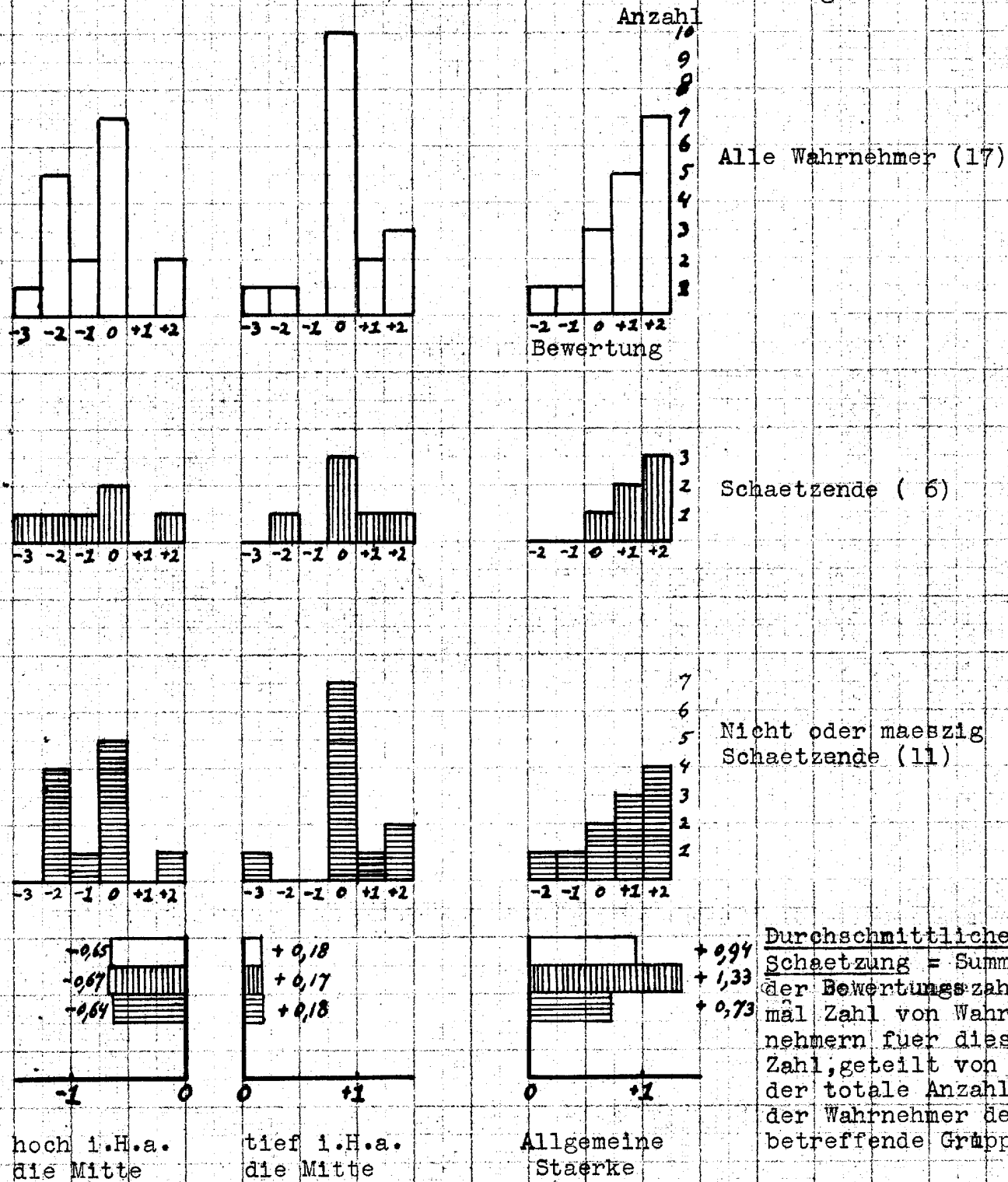
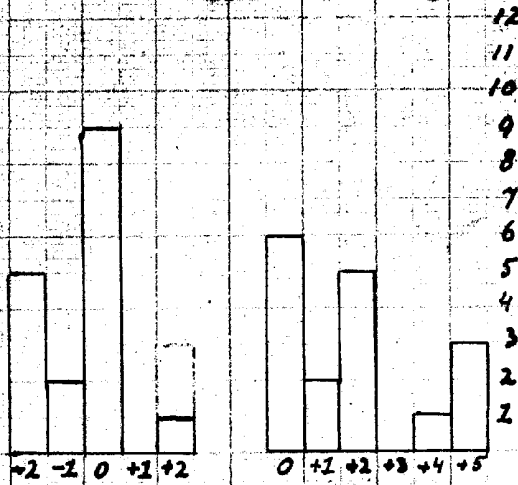


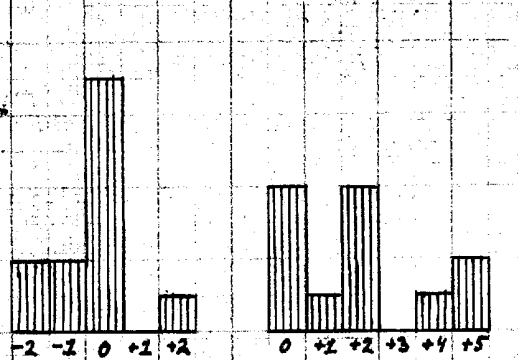
Abb. 6.

Platte 8. Polydor B 97216 Rhapsodie Espagnole, Liszt;

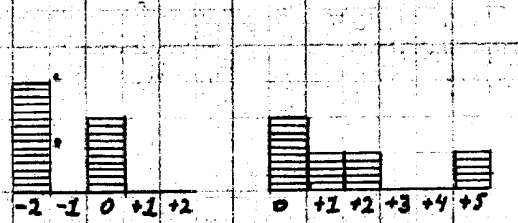
**Walter Rehberg
piano**



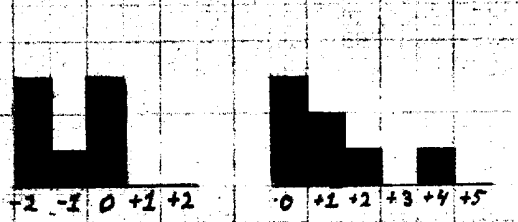
Alle Wahrnehmer (17)



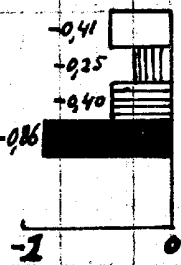
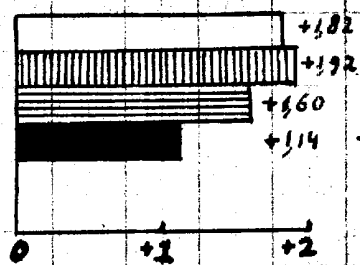
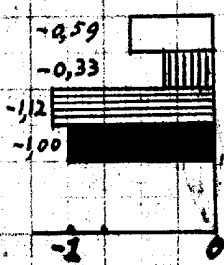
Schaetzende (12)



**Nicht oder maessig
Schaetzende (5)**



Klavierspieler(7)



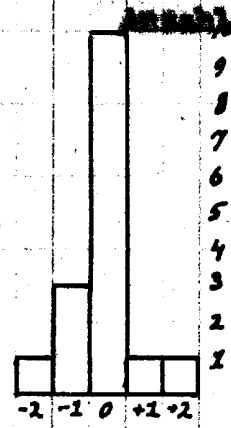
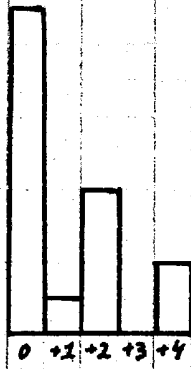
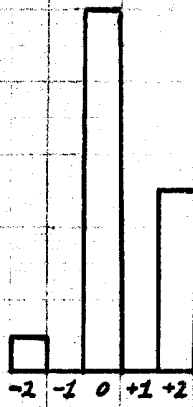
Durchschnittliche Schätzung

hoch l.H.a. die Mitte tief l.H.a. die mitte

Allgemeine Staerke

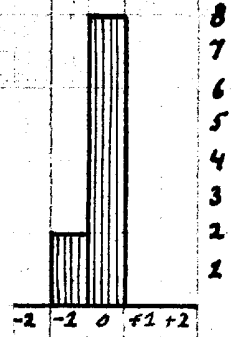
Abb. 7.

LESSEZ VOUS AMUSER AVEC LES PARTISANS DE LA NUIT
 Gieseking, piano

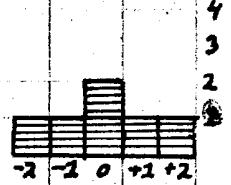
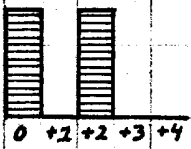
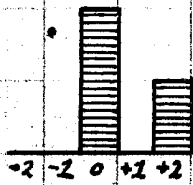


Alle Wahrnehmer (16)

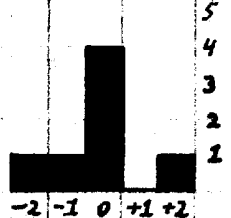
Bewertung



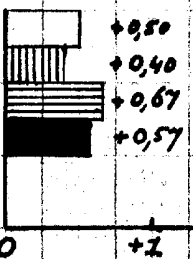
Schaetsende (10)



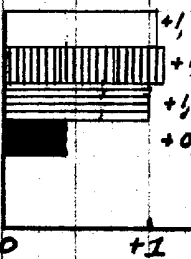
Nicht oder maessig
Schaetsende (6)



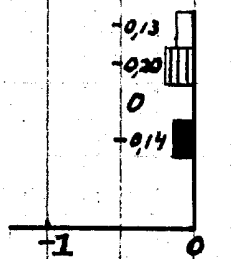
Klavierspieler (7)



hoch i.H.a.
die Mitte



tief i.H.a.
die Mitte



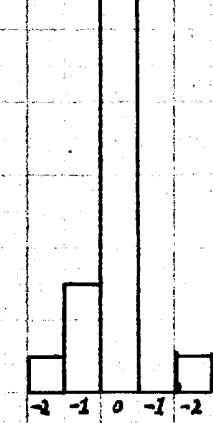
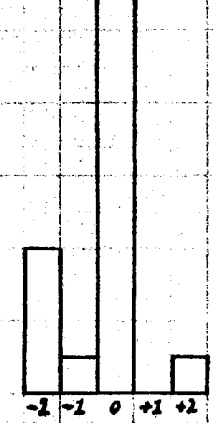
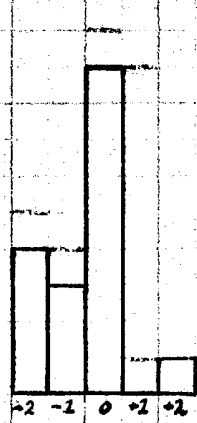
Allgemeine
Staerke

Durchschnittliche
Schaetzung

Abb. 6.

Platte 4. Electrola D.B. 3667 Sonate Pathétique
 Anzahl

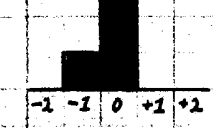
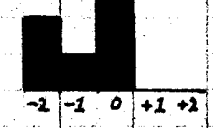
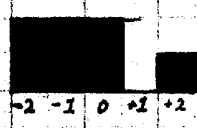
2; und 3; Satz,
 Beethoven



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

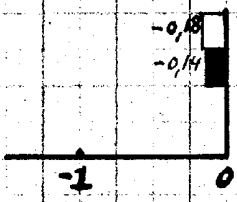
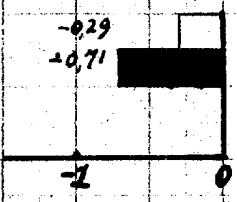
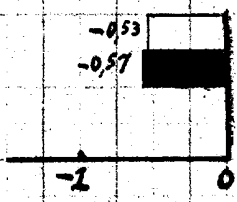
Alle Wahrnehmer (10)

Bewertung



6
5
4
3
2
1

Klavierspieler (7)



Durchschnittliche Schaeetzung

hoch i.H.v. die Mitte

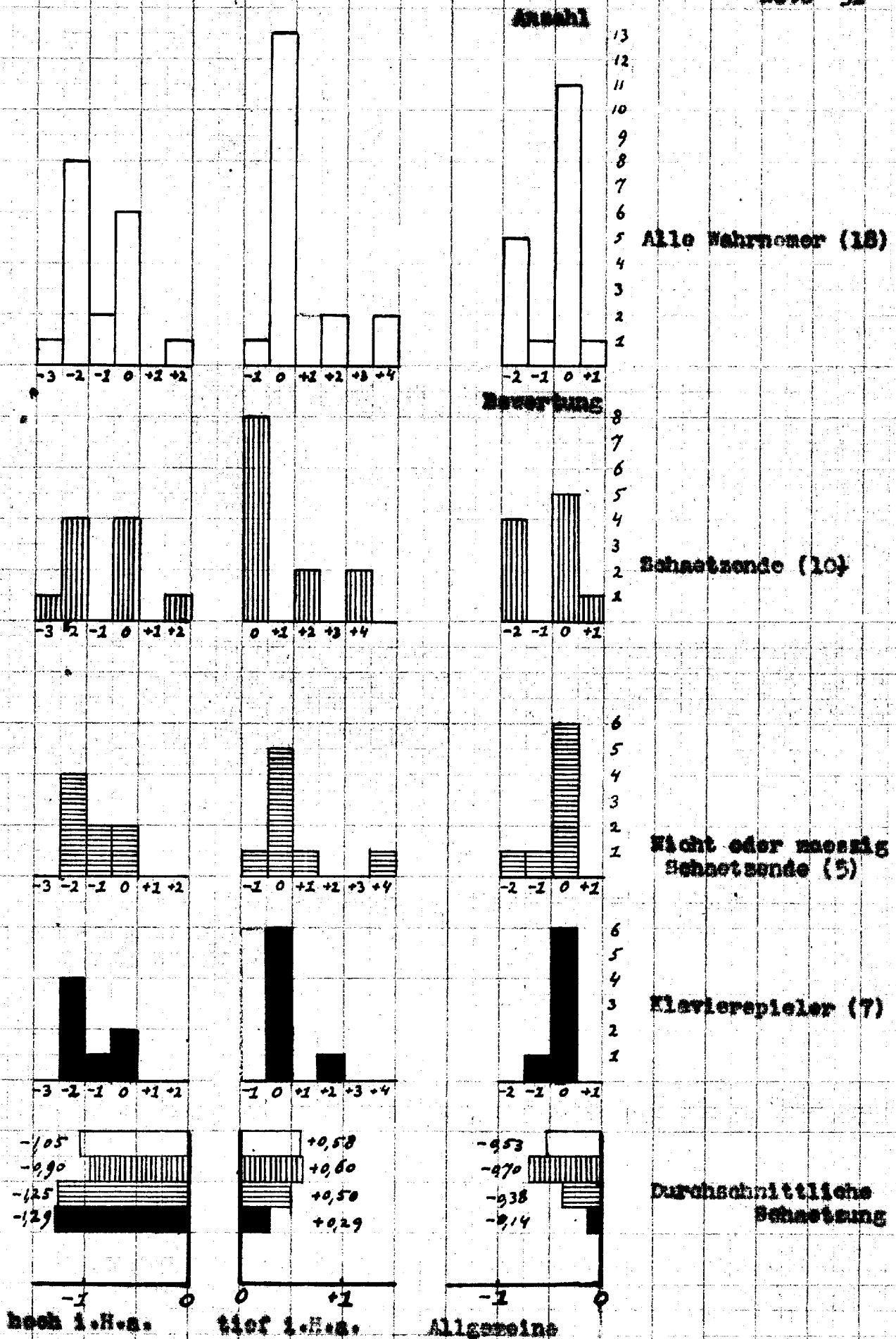
tief i.H.v. die Mitte

Allgemeine Staerke

Bei dieser Platte waren keine nicht oder maessig Schaeetzende

fig. 9.

Platte 5. Decca F 7277 Charlie Kunz "Wartime Piano Medley" No. D 31



Platte 6. Columbia D.B. 1523 "J'attendrai" Rina Ketty, Gesang mit Orchester

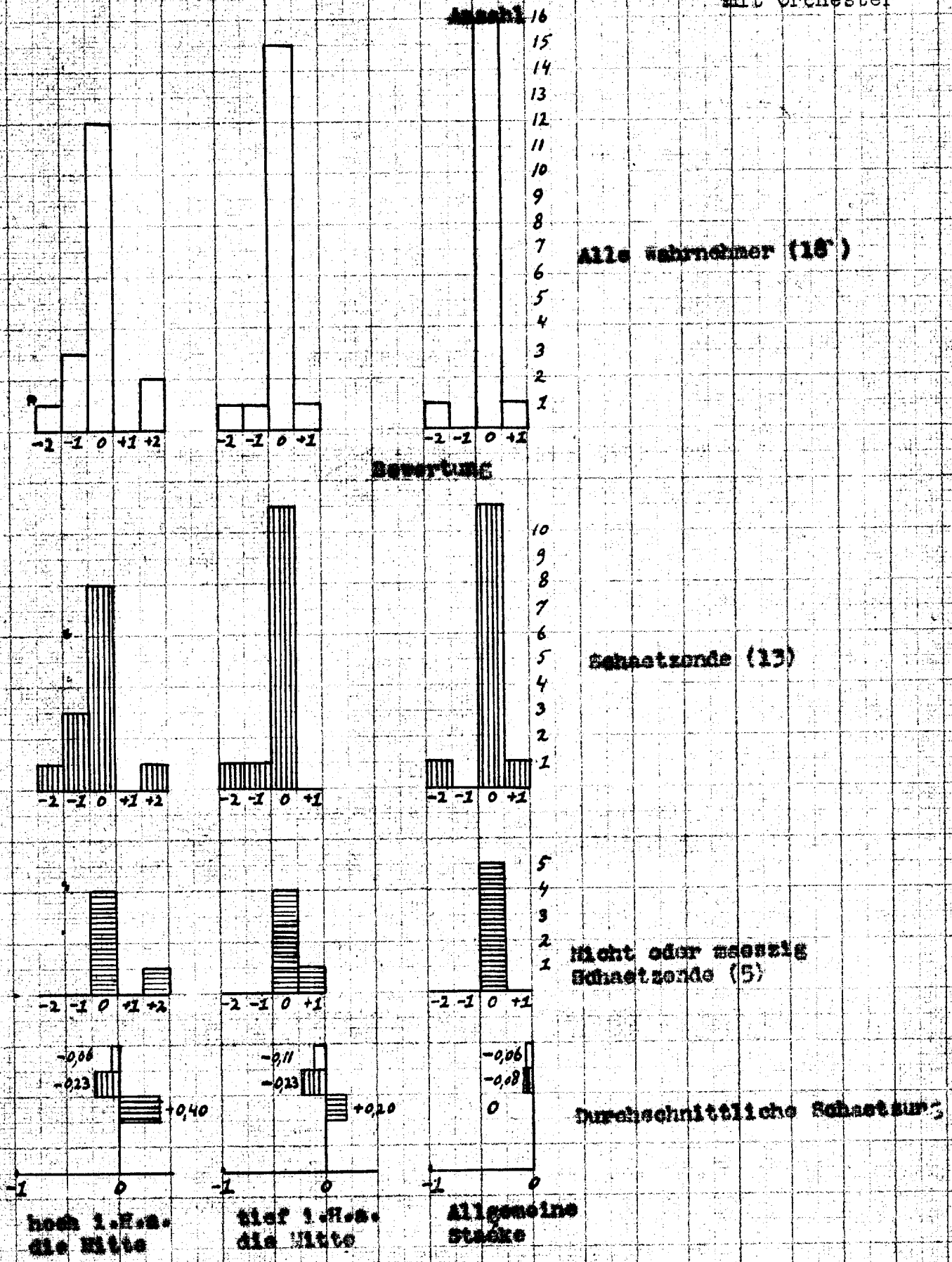


Fig. 11.

Platte 7. H.F.V. D.B. 3086 Ungarische Phantasie No 2

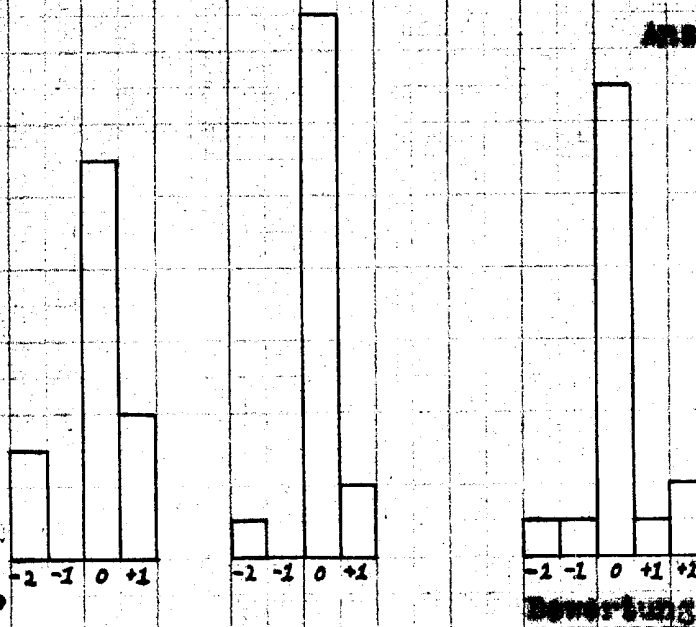
Liist. Gros zese Crant

chester

Ansahl

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

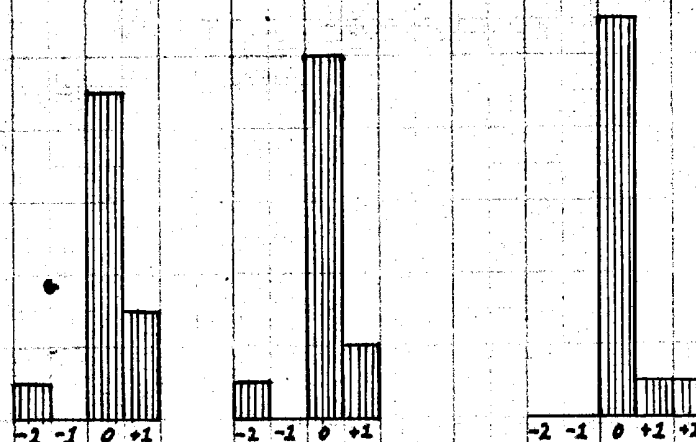
Alle Wahrnehmer (18)



Bewertung

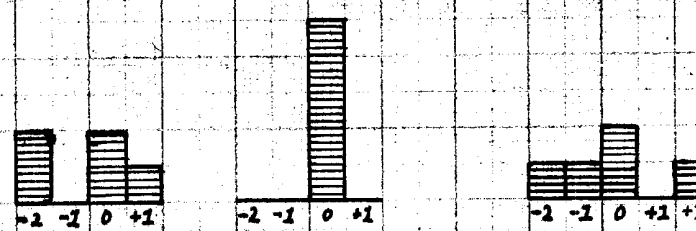
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

Schattende (15)



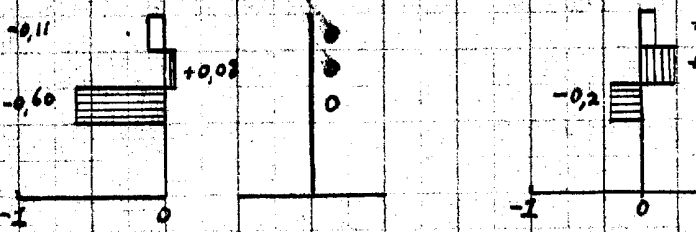
5
4
3
2
1

Nicht oder maessig
Schattende (5)



+0,17
+0,23

Durchschnittliche
Schattung



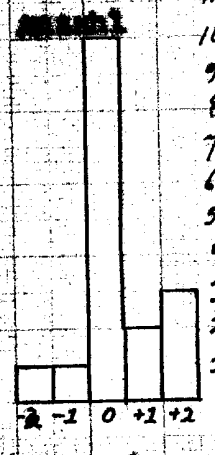
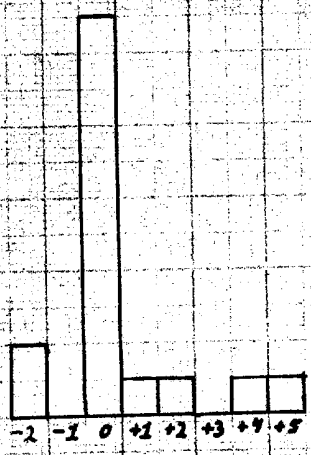
hoch i.H.v.
die Mitte

tief i.H.v.
die Mitte

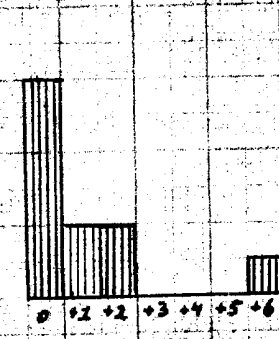
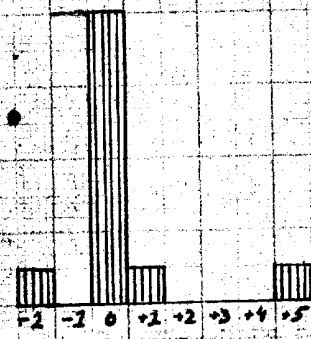
Allgemeine
Staerke

Abb. 12.

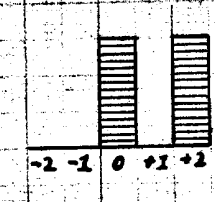
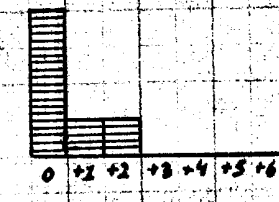
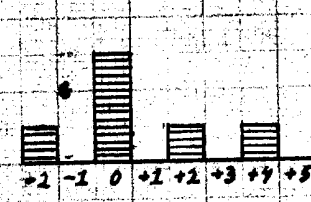
Platte B. H. W. G. 1940 LA ... **Massini-Rospigi, Orchester**



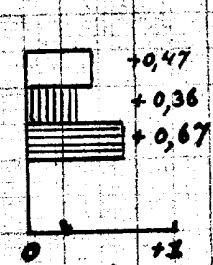
Alle Wahrnehmer (17)



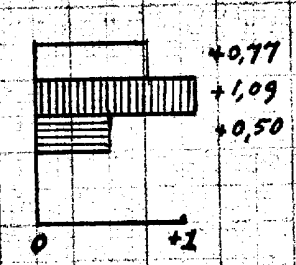
Gehetzende (11)



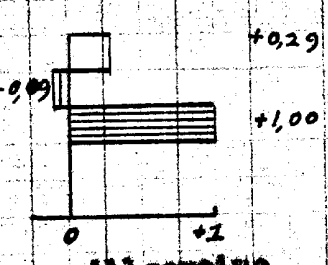
Nicht oder maessig Schaetende (6)



hoch i.H.a. die Mitte



tief i.H.a. die Mitte



Allgemeine Staerke

Durchschnittliche Schaetzung

Abb. 13.

Platte 9. Teil aus: Synchronie van Brahms

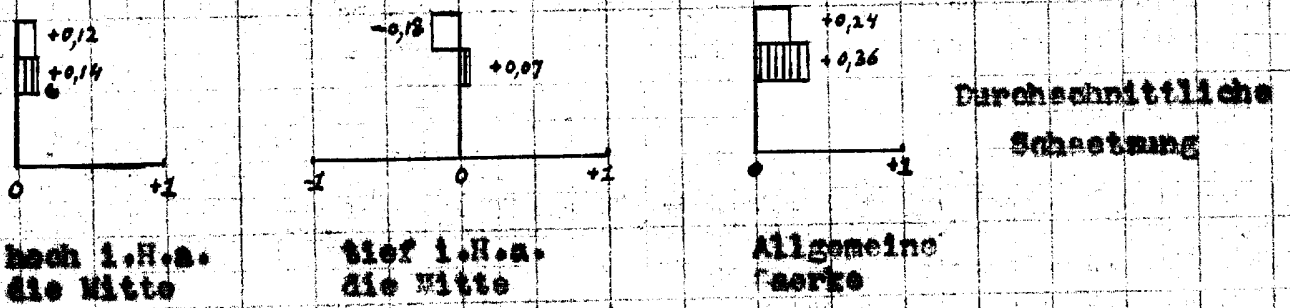
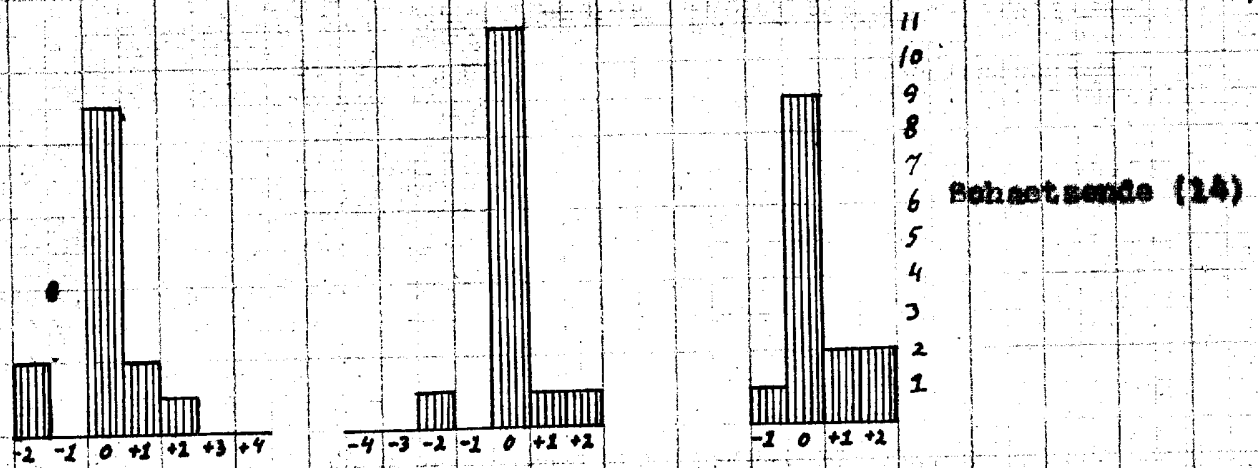
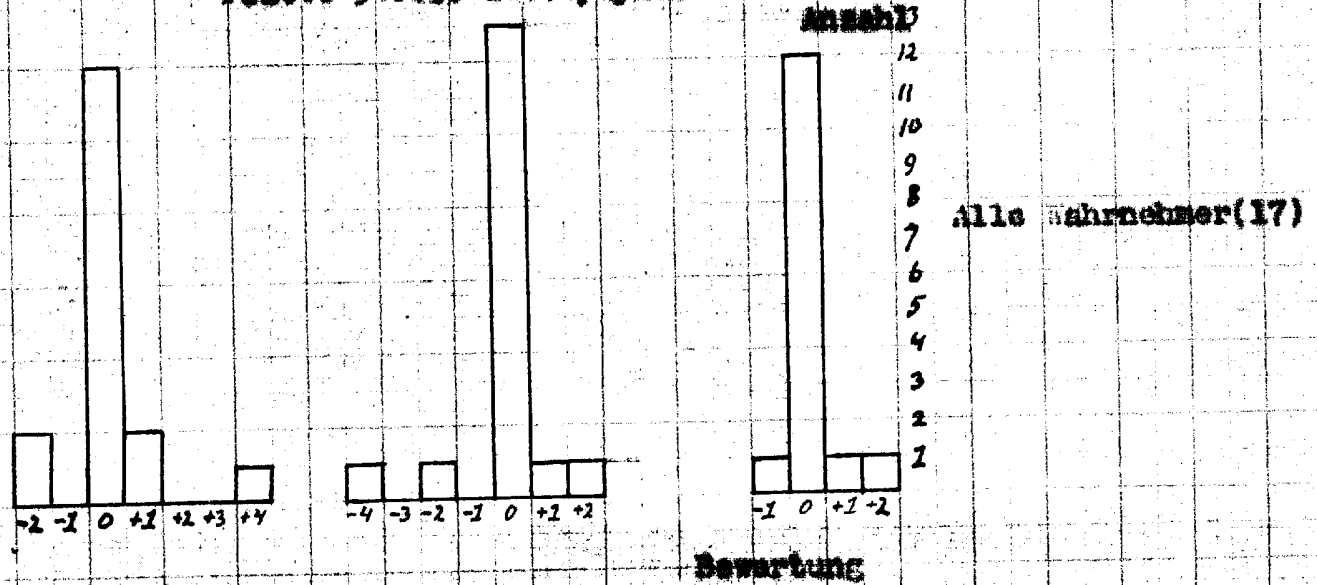
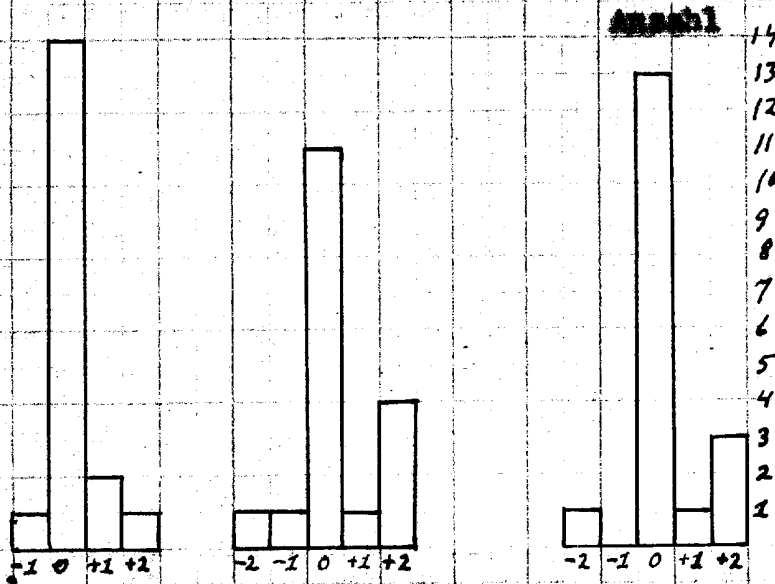


Abb. 14.

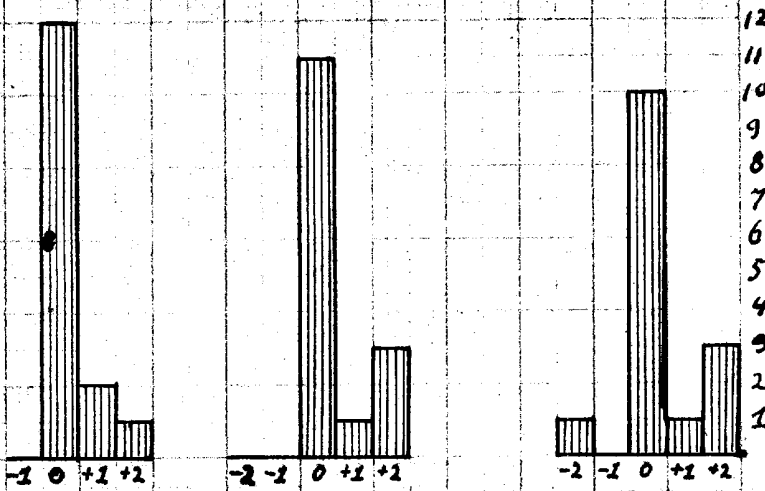
Platte 10. Electrola D.B. 5587 Concert in A-moll fuer Violine und Streichorchester

1. Satz und 2. Satz
1er Teil

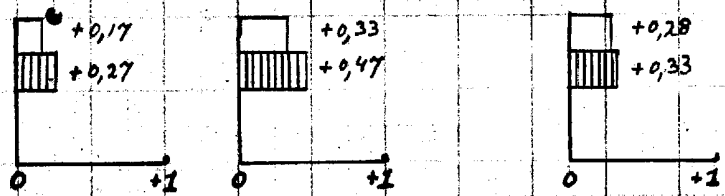


Alte Wahrnehmung (18)

Bewertung



Schaatsende (15)



Durchschnittliche
Bewertung

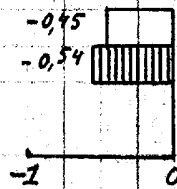
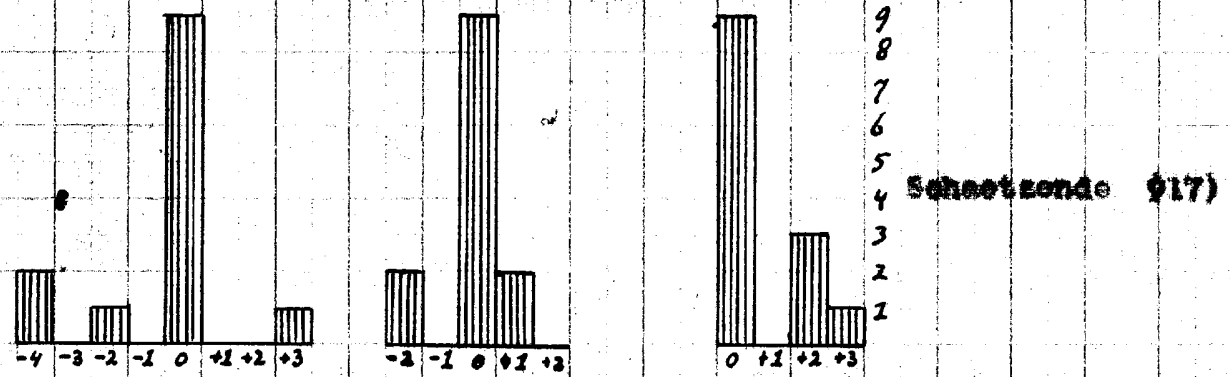
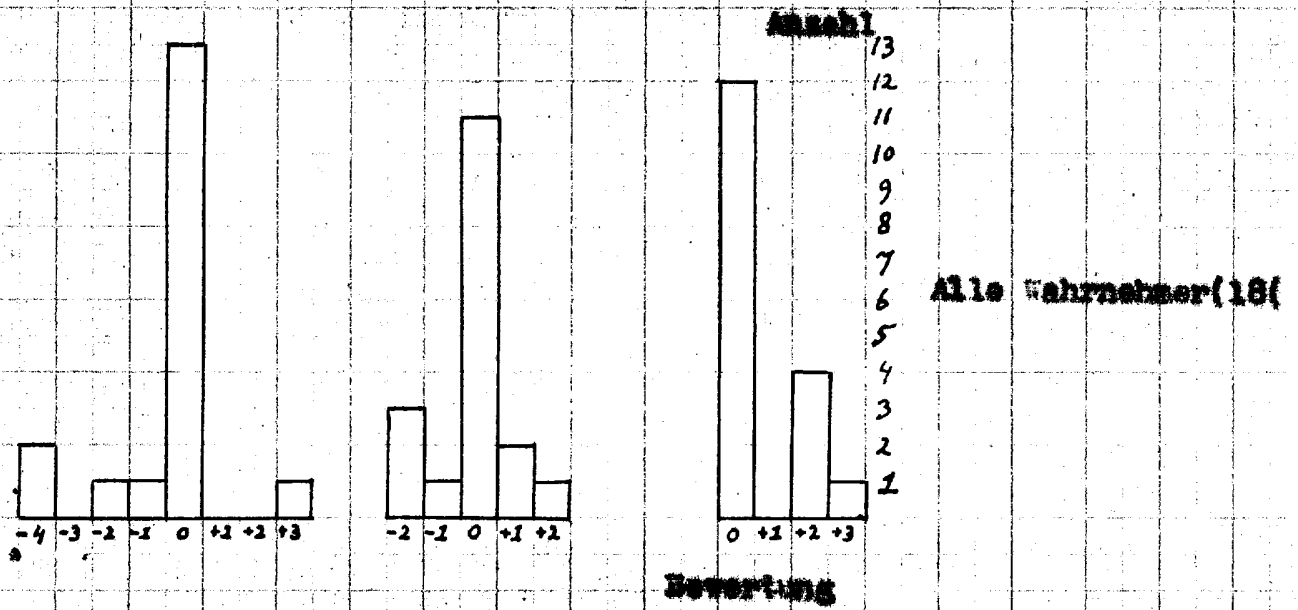
hoch i.H.v.
die Mitte

tief i.H.v.
die Mitte

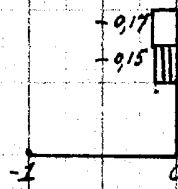
Allgemeine
Stärke

Abb. 15.

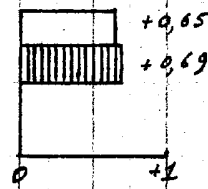
Platte II - Polidor 62790 Tenor solo aus Mattheus Passion



hoch i. H.h. die Mitte



tief i. H.h. die Mitte



Durchschnittliche Bewertung

Abb. 16.

- 11 -

Klaviermusik prüfen lässt und dann durch Diskussion versucht den Grund der Unnatuerlichkeit fest zu stellen.

Weiter dadurch, dass man Radio und Gramophon mit einander vergleicht und dass man vielleicht selbst Schallplatten aufnimmt.

In den Abbildungen 6 - 16 sind die Resultate immer fuer eine Platte gezeichnet. Merkwuendig ist zum Beispiel wie fuer einfache Musik als Platte 6 die Wahrnehmer viel weniger aus einander gingen als z.B. fuer Platte 3, die Musik von Ravel enthaelt. Auf die unterschiedenen Werturteile von Musizierenden und Nichtmusizierenden, Schuetzenden und Nichtschuetzenden werden wir ^{nicht} vielleicht weiter eingehen, weil diese Differenzen wahrscheinlich nicht gross genug sind, im Zusammenhang mit der verhaeltnismaessig geringen Zahl der Wahrnehmer, um gerechtfertigt Folgerungen zu ziehen.

Die Spalte "besondere Bemerkungen" ergab auch merkwuerdige Resultate. So gibt es z.B. bei Platte 11 einen Wahrnehmer, der verzeichnet: "Wiedergabe im ganzen sehr schlecht, Klang blechig und nasal", waehrend ein anderer sich dazu aussert: "fast ideale Wiedergabe". Beide sind Musikliebhaber, musizieren zwar selbst nicht und schuetzen diese Platten. Derartige Differenzen ergaben sich bei den meisten Platten. Hierzu muss jedoch gemeldet werden, dass die gresste Missbilligung immer von denselben Wahrnehmer stammte.

IV. MESSUNG DER HARMONISCHEN.

a) Entwurf Messbruecke.

Die einfachste Methode scheint: messe die Grundfrequenz mit einem kontinuierlicherregulierbaren Sperrkreis und messe was uebrigbleibt. Wir koennen dann z.B. drei oder mehr Kreise in Serie setzen, die gleichzeitig ^{un}gestimmt werden und Resonanzfrequenzen haben, die eine Oktave auseinanderliegen. Dadurch, dass man die Spannung ueber die verschiedenen Kreise misst, findet man eine Analyse des zusammengesetzten Signals. Die praktische Ausfuehrung ist jedoch nicht einfach. Der Gebrauch von Eisenkernspulen ist z.B. nicht erwuenscht, da diese selbst Verzerrung verursachen; doch ist auch fuer die tiefsten akustischen Frequenzen eine hohe Kreisqualitaet notwen-

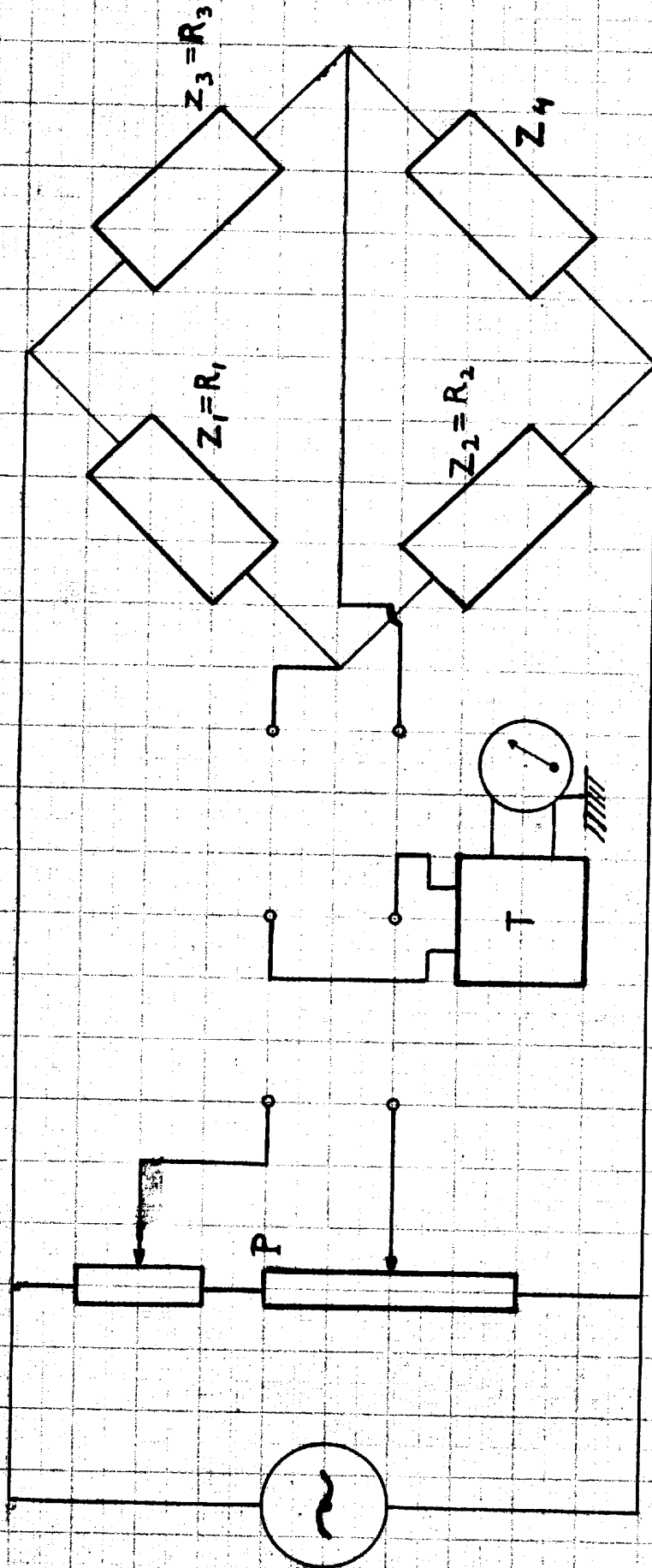


Abb. 17.

Prinzip Schema der Induktivitätsmessung.

Fig.

Aus diesen Gründen wurde beschlossen fuer die Bestimmung des "Klirrfaktors", eine Brueckenschaltung zu verwenden. Die Bruecke wird so eingestellt, dass in dem Messzweig keine Spannung der Grundfrequenzen vorhanden ist. Die vorhandene Spannung kommt also ganz von Seite der Obertone. In Abb. 17 ist ein Schema des Prinzips gegeben.

Da das Anzeigeelement meistens geerdet werden muss, ist ein Scheidungstransformato^z unvermeidlich, denn wenn die durchmessende Spannungsquelle einerseits geerdet ist, muessen beide Abzweigungen des Potentiometers P (eine Abzweigung fuer die grobe, eine fuer die feine Einstellung) ungeerdet bleiben. Auch kann es passieren, dass die durchmessende Spannungsquelle nicht geerdet werden darf; in diesem Falle ist ein Scheidungstransformato^z auch notwendig wenn das Messinstrument wohl geerdet ist.

Wenn mehr als ein Harmonischer da ist, dann ist es notwendig ein quadratisches Anzeigeelement zu verwenden.

Die Impedanz Z_A besteht aus einer Selbstinduktion und einer kontinuierliche regelbaren Kapazitaet, so dass auf den Grundton abgestimmt werden kann. Mit Hilfe eines regelbaren Widerstandes kann man die Bruecke fuer den Grundton in Gleichgewicht bringen. Ist die Kreisqualitaet von Z_A hoch genug, dann bleibt auf dem Messinstrument ein Teil der Spannung der Harmonischen uebrig, der ausschliesslich von den Werten von R_1 und R_2 abhaengig ist. Auf die Q -Grosse der zu erwartenden Abweichungen, welche leicht aus Vektordiagrammen folgt, werden wir in diesem Bericht noch nicht weiter eingehen, da die definitive Spuhle noch nicht fertig ist.

b) Kondensator-Mikrophon.

Um auch Luftschalleⁿ untersuchen zu koennen braucht man ein Mikrophon mit zugehoerigem Verstaerker, der eine lineare Frequenzcharakteristik hat und sehr wenig Verzerrung gibt. ~~fu~~ In diesem Zweck hat man ein Kondensatormikrophon mit zugehoerigem Verstaerker bestellt. Der Verstaerker, der sehr wenig Verzerrung gibt, wird zu gleicher Zeit verwendet werden zur Durchmessung von Spannungsquellen, die an sich ^{zu} schwach sind

- 13 -

um ohnehin an die Brücke angeschlossen zu werden. Das Messmikrofon wird wahrscheinlich einen Durchmesser von 27 mm bekommen und bis 10.000 Hz. oder Hoher gerade sein.

V. BEI ZWEI VERDOPPLER.

Wenn wir mit einer konstanten Frequenz zu tun haben ist es das einfachste in dem Plattenkreise einer Verstärkerlampe einen auf die doppelten Frequenz abgestimmten Kreis aufzunehmen. Wenn wir jedoch mit mehreren Frequenzen gleichzeitig arbeiten, z.B. mit Musik, dann ist diese Methode nicht verwendbar.

Deshalb ist einer der Assistenten damit beschäftigt einen anderen Apparat zusammen zu stellen. Die Schaltung kommt u.a. in Telegr. und Fernsprech Technik 25, bzw. 27 VV, 1936. vor.

Die theoretische Grundlage ist einfach und die folgende: Wenn wir in dem krummen Teil einer Röhrencharakteristik arbeiten, können wir für den momentanen Wert des Anodestroms schreiben:

$$i_a = y_a + \frac{d i_a}{d e_{st}} e_{st} + \frac{d^2 i_a}{d e_{st}^2} e_{st}^2 + \frac{d^3 i_a}{d e_{st}^3} e_{st}^3 + \dots$$

Wenn wir jetzt einer zweiten Röhre ein selbes Signal in Gegenphase zuführen, dann gilt für diese Röhre:

$$i_a = y_a - \frac{d i_a}{d e_{st}} e_{st} + \frac{d^2 i_a}{d e_{st}^2} e_{st}^2 - \frac{d^3 i_a}{d e_{st}^3} e_{st}^3 + \dots$$

Wenn wir diese beiden Ströme zusammenfügen, fallen alle ungerade Potenzen von e_{st} aus (also auch der Grundton) und wir behalten betreffend den Wechselstromteil praktisch nur das quadratische Glied übrig, d.h. die zweite Harmonische und, bei mehr als einem Ton auch Summe- und Differenztöne.

Ist z.B. $e_{st} = \hat{e}_1 \sin \omega_1 t + \hat{e}_2 \sin (\omega_2 t + \varphi)$, dann ist

$$e_{st}^2 = \frac{1}{2} \hat{e}_1^2 (1 - \cos 2\omega_1 t) + \frac{1}{2} \hat{e}_2^2 \{1 - \cos 2(\omega_2 t + \varphi)\} + \hat{e}_1 \hat{e}_2 [\cos \{(\omega_1 - \omega_2)t - \varphi\} - \cos \{(\omega_1 + \omega_2)t + \varphi\}]$$

Also wir haben gerade dieselbe Verzerrung, die bei einer Röhre auftritt, die im quadratischen Teil der Charakteristik arbeitet, es fehlt aber nur der Grundton. Jetzt können wir also ohne den Grundton zu ändern eine ^{oft} variable Menge von Verzerrung beifügen. In der Praxis wird die kubische Verzerrung klein sein mit Rücksicht auf die quadratische; auf diese

- 14 -

facile können also die Resultate der Messungen die mit dem oben erwähnten Apparat ausgeführt werden, in Anwendung gebracht werden.

" L I G E L "

ZUSÄTZLICHE MESSUNGEN AN DER KLANGFILMINSTALLATION DES
ASTRA-THEATERS IM HAAG, 2. MÄRZ 1943.

Aus den Messungen von 24 November 1942 (Bericht 1) geht hervor, dass zwischen 2000 und 4000 Hz. ein Abfall der Klangstärke von 20 bis 15 dB. gefunden wurde. Auf Seite 16 des oben erwähnten Berichtes wurden drei denkbare Möglichkeiten genannt, die diesen Effekt ^{urs} verursachen könnten.

- 1) die Ursache liegt bei den Lautsprechern fuer hohe Toer
- 2) die Ursache liegt in der selektiven Isolation durch die perforierte Projektionsleinwand.
- 3) die Ursache liegt in selektive Saalabsorption.

In diesem Gedankengang wurden jetzt die folgenden Messungen gemacht:

- a) Messmikrophon auf dem Balkon vor der Kabine, Vorhang hoch gezogen, also analog den Messungen von 24 November 1942.
- b) Hochgezogene Projektionsleinwand, weiter wie a). Der eventuelle Einfluss der Projektionswand ist jetzt also ausgeschaltet.
- c) Messmikrophon auf dem Rande des Orchesterbaumes aufgestellt, also nahe vor den Lautsprechern (ca. 4 Meter). Jetzt ist der eventuelle Einfluss der Saalabsorption selb vermindert, dadurch dass der directe Ton im Hinblick auf den indirekten staerker geworden ist.

Die Messungen a) und b) wurden immer 2 mal ausgeführt, einmal links und einmal rechts auf dem Balkon, um wenigstens einigermaßen einen Mittelwert der Interferenzspitzen zu bekommen. Bei den Messungen sub c) wurde dies nicht gemacht, da hier bezweckt wurde die Messungen so nahe wie möglich vor den Lautsprechern auszuführen. Dass trotzdem die 2 Mes-

- 15 -

rien einander hier doch nicht genau decken, sind kleinen Differenzen in den Frequenzen zu verdanken. Zu gleicher Zeit stellt sich heraus, dass der Saaleinfluss auch jetzt noch nicht vernachlässigt werden kann, da auch hier deutlich merkbare Interferenz auftritt.

Die starke Steigerung der Klangstärke bei der höchsten Frequenzen sind nicht ganz zuverlässig wegen der grossen Korrekturen der Anweisung des Sonometers, die bei diesen Frequenzen nötig sind; während bei der Bestimmung dieser Korrekturen von einer linearen Mikrofoncharakteristik ausgegangen wurde, was vielleicht nicht richtig ist.

Bei allen Messungen war der Philips Tongenerator M.C. 8307 am Eingang des Vorverstärkers genau gemessen geschaltet, während die Spannung am Ausgang des Kraftverstärkers gemessen wurde, sodass es möglich war die Messresultate auf konstante Spannung auf den Lautsprechern umzurechnen.

Schlussfolgerungen.

Wenn wir jetzt alle Messungen vergleichen, dann stellt sich heraus, dass der Abfall bei hohen Frequenzen (2000-4000 Hz.) bei allen gleich ist, sodass weder die Projektionswand noch der Saal daran Schuld ist. Die Ursache muss in den Lautsprechern selbst gesucht werden.

Auch stellt sich heraus, dass der "Dip" bei 200 Hz. reell ist und eine Tiefe von 10 dB. hat, wie aus den Messungen c) hervorgeht. Aus den Messungen a) und b) geht jedoch hervor dass dieser "Dip" auf grosserem Abstand von den Lautsprechern infolge der Interferenzen wenig störend ist.

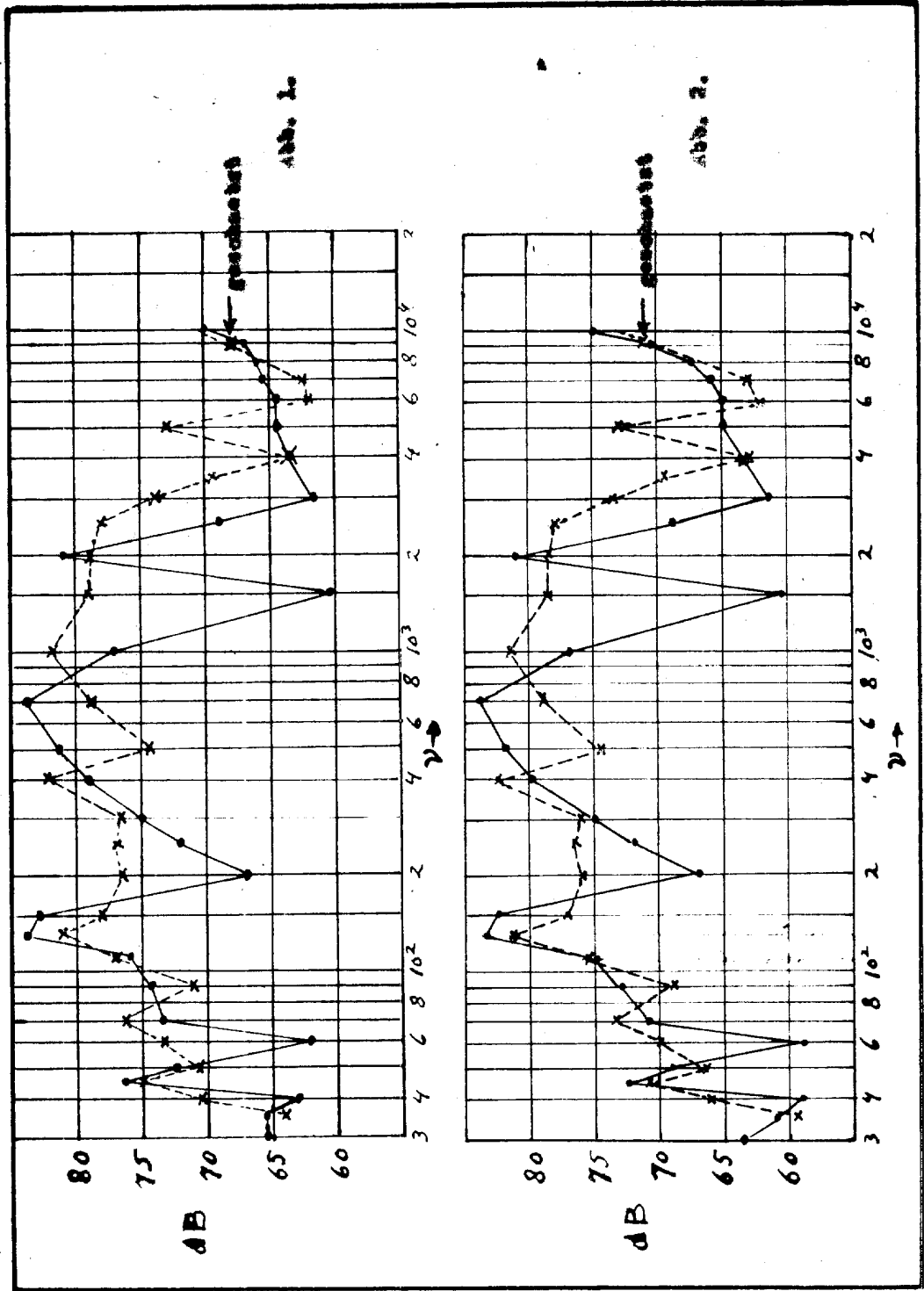
Delft, April 1943

J.v.d.Eijk.

Verlang hochgenauere
 Mikrophon auf halbe
 wand vor der Kathode.
 gesenkt : links
 streift rechte

Kontakte Spannung
 des Verstärkers

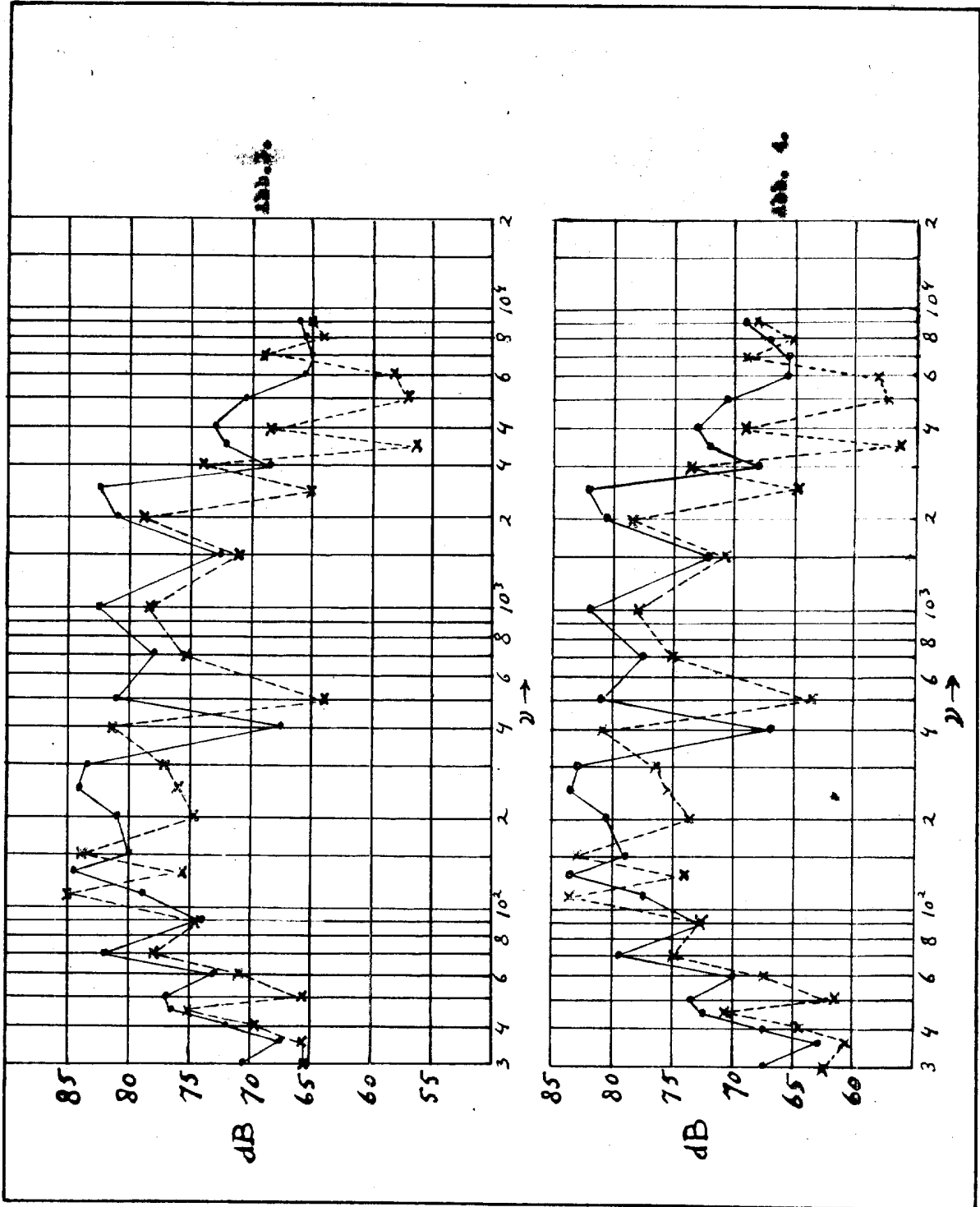
in Abb. 1, aber je
 wegrachtet auf dem
 starke Spannung auf
 die Lautsprecher



Verfahren beschreiben
System aufzugeben,
Mikrofon auf Abl.
Korridor.
Gruppen : links
Ständig : rechts

Konstante Spannung
auf dem Vorverstärker

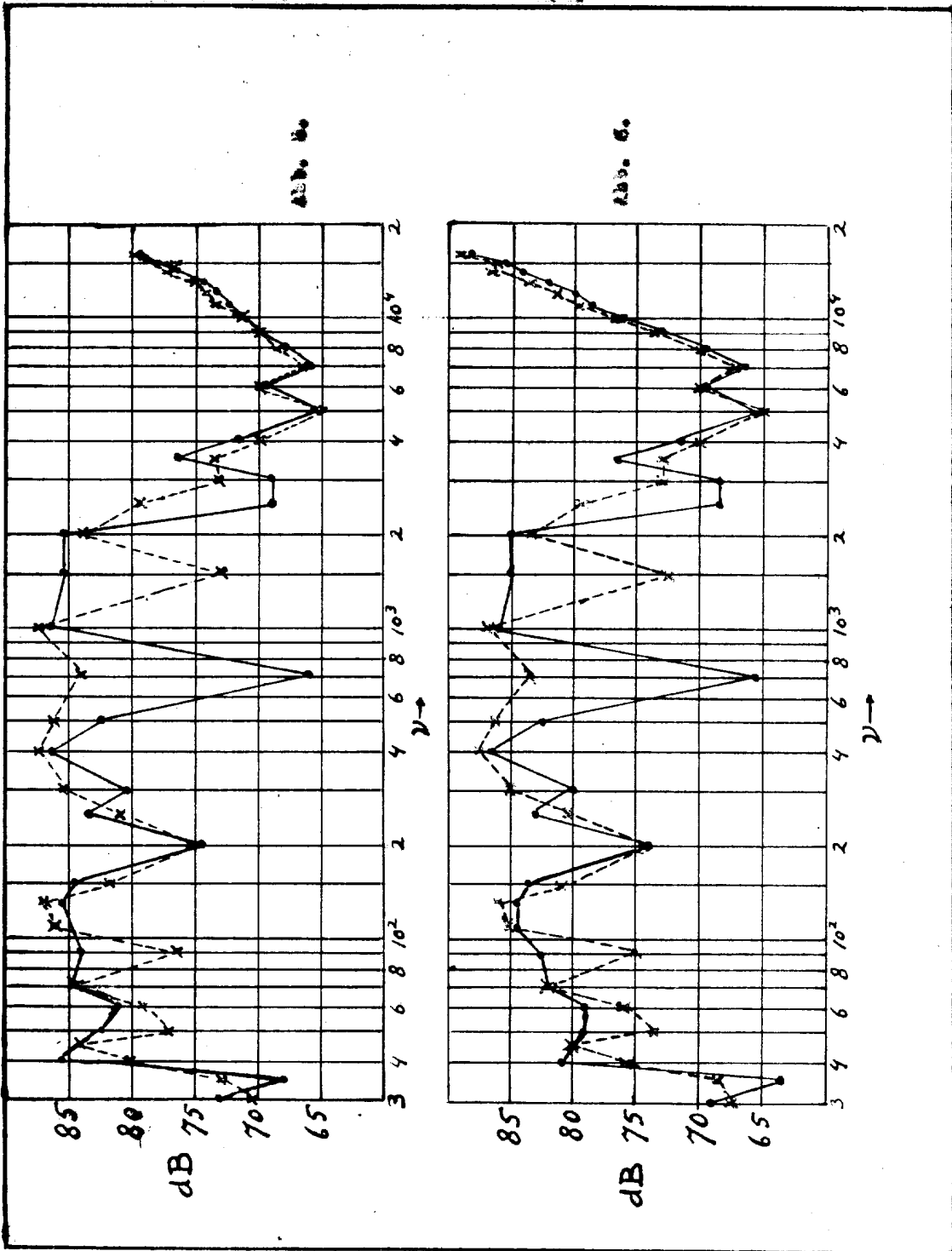
Wie Abb. 3, aber f
wegnehmen auf 10
starke Spannung an
die Lautsprecher.



Vorhang hindurchgehenden
Mikrofon aufgezogen.
Mikrofon auf dem Re-
den Graben verankert.
bei beiden Messungen
mitteln vor der Kontrolle
überprüft.

Konstante Spannung
des Fernsprecheinrichtung.

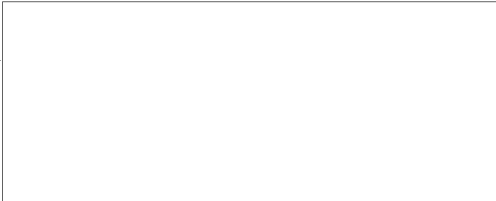
Wie Abb. 5, aber jetzt im
Gesicht auf dem Re-
den Graben auf dem Re-
den Graben.



50X1-HUM

Page Denied

~~SECRET~~



50X1-HUM

J LIGEL

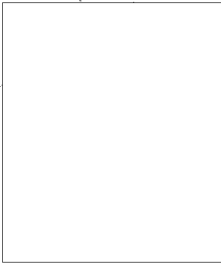
GEGENSTAND: ZULÄSSIGE VERZERRUNG BEI AKUSTISCHER REPRODUKTION
SUBJECT: PERMISSIBLE DISTORTION IN ACOUSTICAL REPRODUCTION

NAME: J. v. d. EYK, ^{ENGINEER} DIPL. (ING.)
NAME:

PLATZ: DELFT
PLACE LABORATORIUM VOOR TECHNISCHE PHYSICA.
(SOURCE) ENGINEERING (APPLIED) PHYSICS LABORATORY

BERICHT NR.: 3.
REPORT NO.

ZEITRAUM: 1 APRIL 1943 - 1 JULI 1943.
PERIOD



50X1-HUM

~~SECRET~~

L I G E L

GEGENSTAND: RELAXSION VERZERRUNG BEI AKUSTISCHER REPRODUK-
SUBJECT TION.

NAME: J.v.d. KIK, DIPL. ING.
NAME

PLATZ: DELFT,
PLACE LABORATORIUM VOOR TECHNISCHE PHYSICA,
(SOURCE)

BERICHT NR.: 3.
REPORT NO.

ZEITRAUM: 1 APRIL 1943 - 1 JULI 1945.
PERIOD

INHALT: *OVERBLICK. (REVIEW)*
CONTENTS.
I. ERGÄNZUNGEN ZUM BERICHT E.
II. FREQUENZCHARAKTERISTIKEN DES MULTIPERVERSTÄRKERS,
BEI DER REVISION.
III. FREQUENZCHARAKTERISTIKEN DES PHILIPSHORNVERSTÄR-
KERS 4002.
IV. TONFILTZER.
V. PHOTOS DER HORNINSTALLATION.
VI. FREQUENZCHARAKTERISTIK, RICHTWIRKUNG UND VERZER-
RUNG DES EXPONENTIELLEN TRICHTERS.
VII. FREQUENZVERDOPPLER.
VIII. MESSBRÜCKE FÜR DEN "KLIMFAKTOR".
a) Schema der Messbrücke.
b) Korrektionsfaktor fuer die Messungen.
c) Messinstrumente.

- 1 -

ÜBERSICHT.

Die Paragraphen I bis zum V enthalten Korrekturen des ersten Berichtes (betreffend Änderung des Stimtones, Verzerrung bei der Edison- und Berlinerschrift und Plattenabnutzung bei Verwendung von Kristall Pick-up), Frequenzcharakteristiken des revidierten Multiperverstärkers, des Philipsregelverstärkers und den neuen Tonfilter fuer Schallplattenwiedergabe, nebst Photos des exponentiellen Trichters und des zugehörigen Apparates.

Paragraph VI behandelt einige Eigenschaften des exponentiellen Trichters, Versuche um die Frequenzcharakteristik zu verbessern wurden vorläufig aufgeschoben in Erwartung der Fertigstellung einer besseren Tonmessapparatur als bis jetzt verfügbar ist. Um eine breitere Richtcharakteristik fuer die hohen Töne zu bekommen wird in Erwägung gezogen einen gesonderten Lautsprecher fuer hohe Töne zu verwenden. Es zeigt sich, dass die durch den Trichter verursachte Verzerrung bei der bis jetzt verwendeten breiten Halsöffnung gering ist.

Die Apparatur fuer die Produktion künstlicher Verzerrung (Par. VII) ist noch nicht fertig gestellt worden. Fuer die Verwendung des Apparates bei Musikwiedergabe wird es noetig sein, Scheitelwerte der verwendeten Pick-upspannung messen zu koennen, da die Verzerrung der Ausgangsspannung proportional ist, wie dies auch bei einer normalen Röhre der Fall ist. Solange dafuer kein Messer vorhanden ist, wird die Untersuchung auf einfache Töne (einen oder mehrere zugleich) beschränkt werden müssen.

Zum Schluss wird im letzten Paragraphen (VIII) des Bauzeichnens der Messbrücke fuer den Klirrfaktor angegeben. Weiter wird geprüft welche Korrektur auf die Messresultate dieser Brücke angewendet werden muss. Es stellt sich heraus, dass diese fuer die tie-

- 2 -

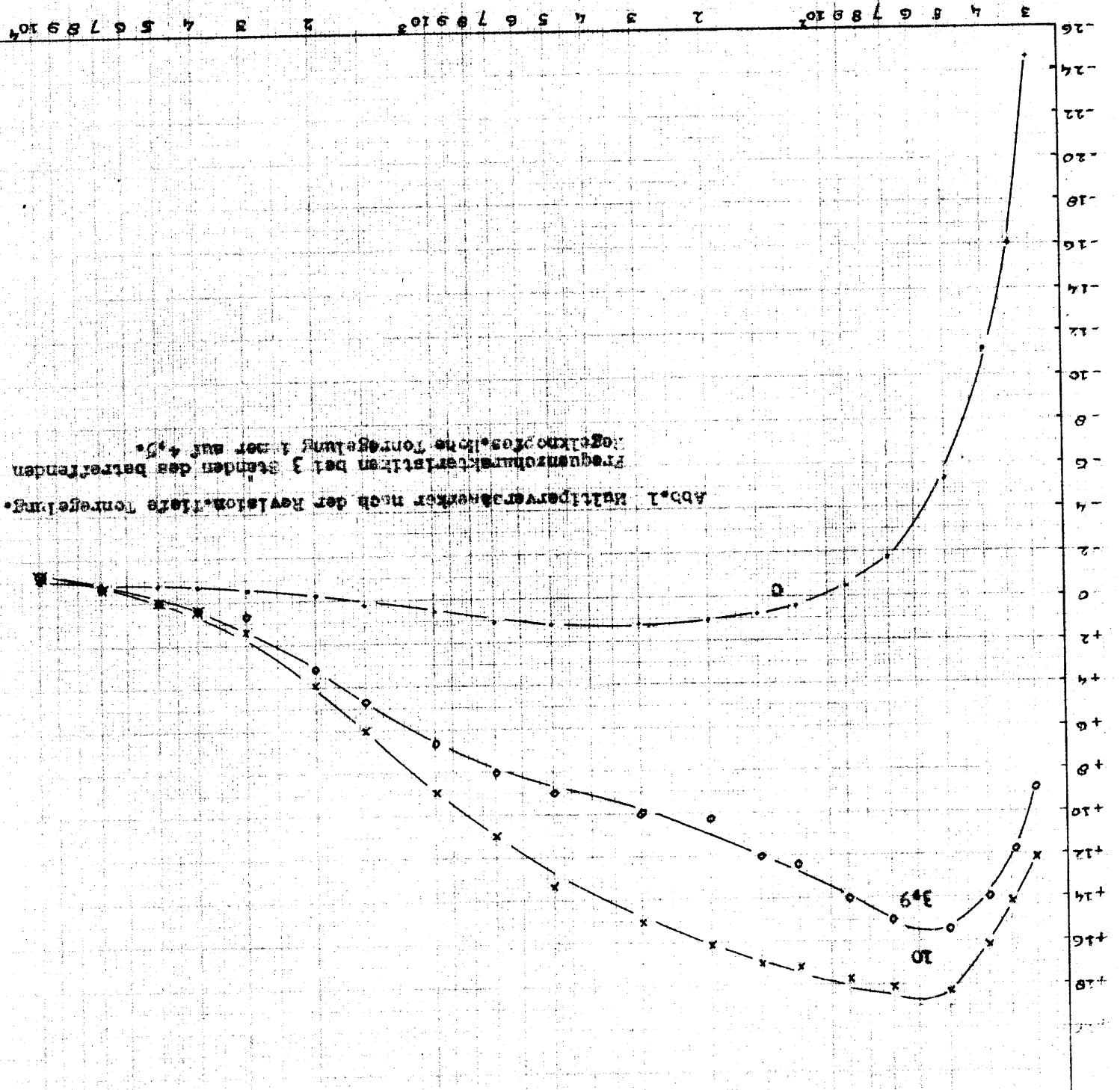
deren Frequenzen sehr gross ist, darun wird in Erregung gezogen eine Eisenkernspule mit Luftspalte, statt einer Luftspule zu verwenden, wodurch die Kreisqualität des frequenzabhängigen Brückenweiges besser wird, ohne dass eine extra Verzerrung eingeführt zu werden braucht. Schliesslich werden die Anforderungen besprochen, die an das Messinstrument gestellt werden müssen. Es stellt sich heraus, dass in bestimmten Fällen ein quadratisches Instrument nicht notwendig ist, im allgemeinen jedoch wohl. Mit dem Bau eines Thermokreismessers hat man denn auch angefangen.

Das Kondensatormikrofon mit zugehörigem Verstärker ist infolge verschiedener Umstände leider noch nicht abgeliefert, so dass hiermit noch nicht experimentiert werden konnte.

1. BEWERTUNGEN ZUM BERICHT 1.

Näheres Studium des Themas hat zu den folgenden Korrekturen des ersten Berichtes geführt:

- 1) Auf Seite 3 wird behauptet, dass eine Änderung des Stimmtones nicht sehr störend wirken wird, da verschiedene Musikstücke jetzt in anderer Höhe gespielt werden, als bei ihrem Entstehen. Abgesehen von der Frage, wie das Publikum durchschnittlich auf eine Änderung des Stimmtones reagieren würde, eine Frage vorüber ich mich jetzt lieber nicht äussere, scheint es dass Personen mit absolutem Gehör schon beträchtlich von einer geringen Abweichung des Stimmtones in Bezug auf den, welchen sie gewünscht sind, gestört werden.
- 2) Auf Seite 5, betreffend Schallplatten wird die Superiorität der waagerechten hinsichtlich der senkrechten Schrift in Zweifel gezogen. Jedoch mit Unrecht, Besonders aus dem Artikel von J. L. Pierce and P. V. Sant in Journ. of the Acoust. Soc. of Amer. 19, 14-28, 1938 stellt sich diese Superiorität genügend heraus.



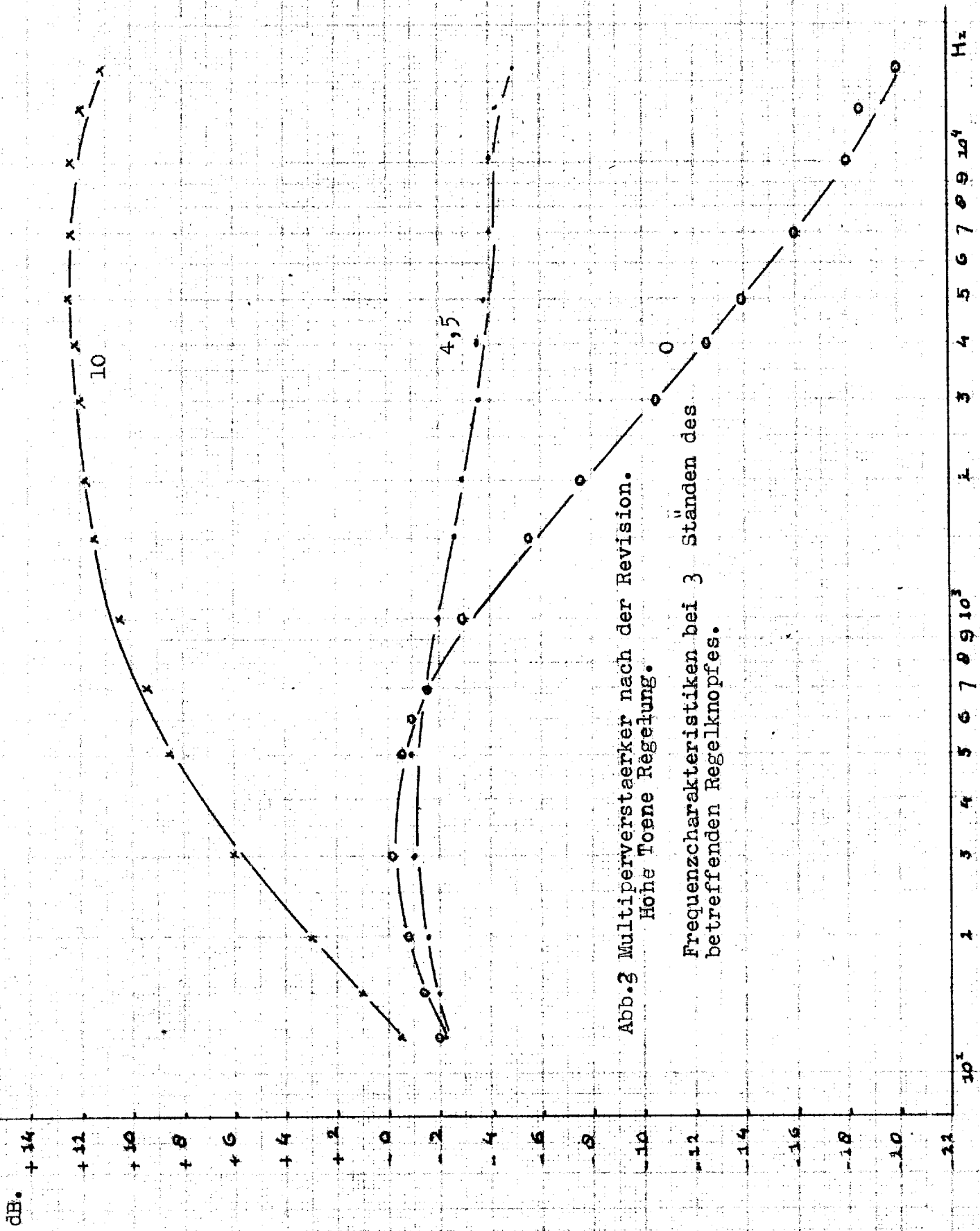


Abb. 3 Multiplerverstärker nach der Revision.
Hohe Toene Regelung.
Frequenzcharakteristiken bei 3 Stunden des
betreffenden Regelknopfes.

dB
1. K. 100 mV

+14
+11
+10
+9
+6
+4
+2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16

x=11

x=15

x=10

x=5

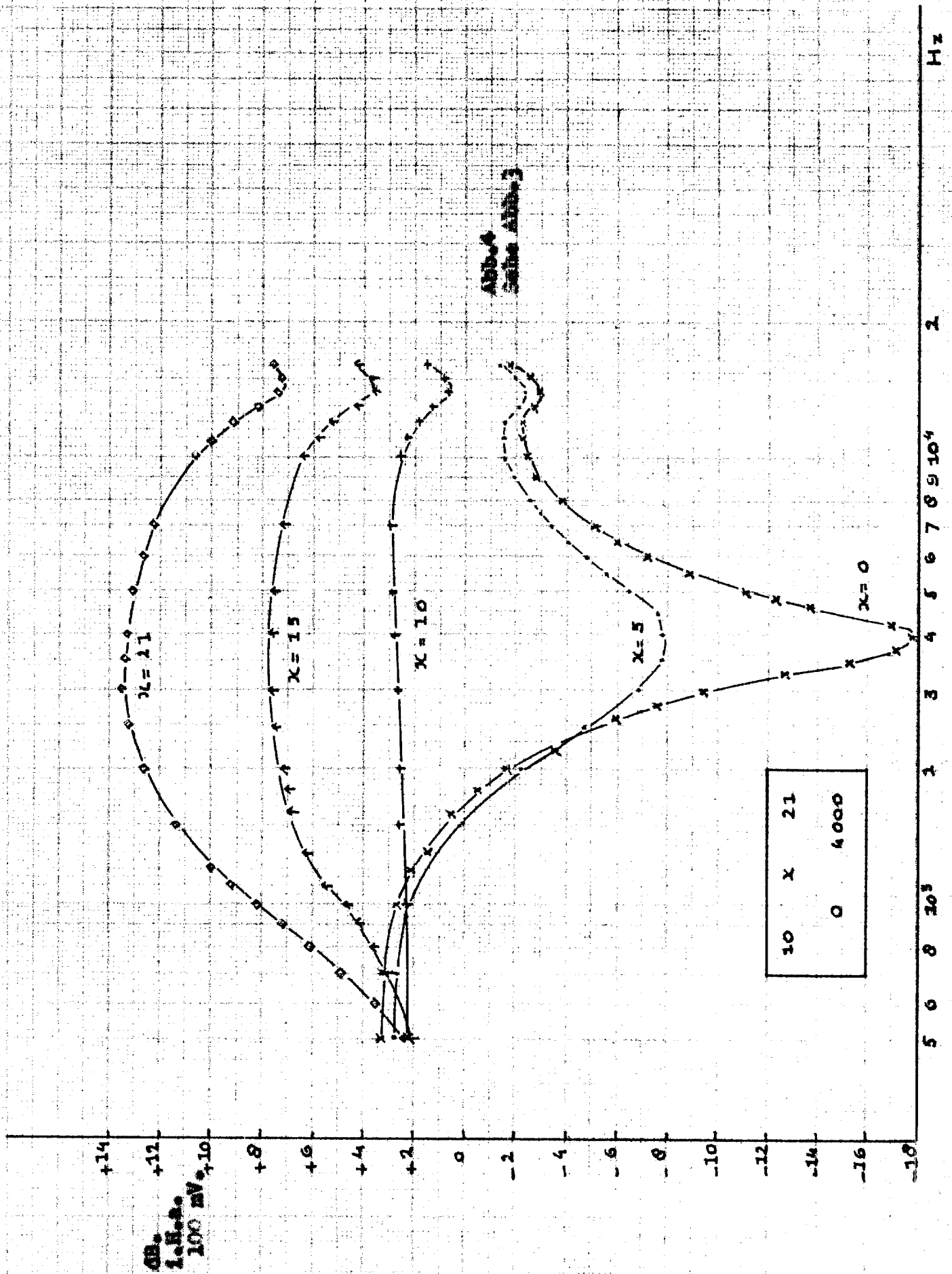
Abb. 3

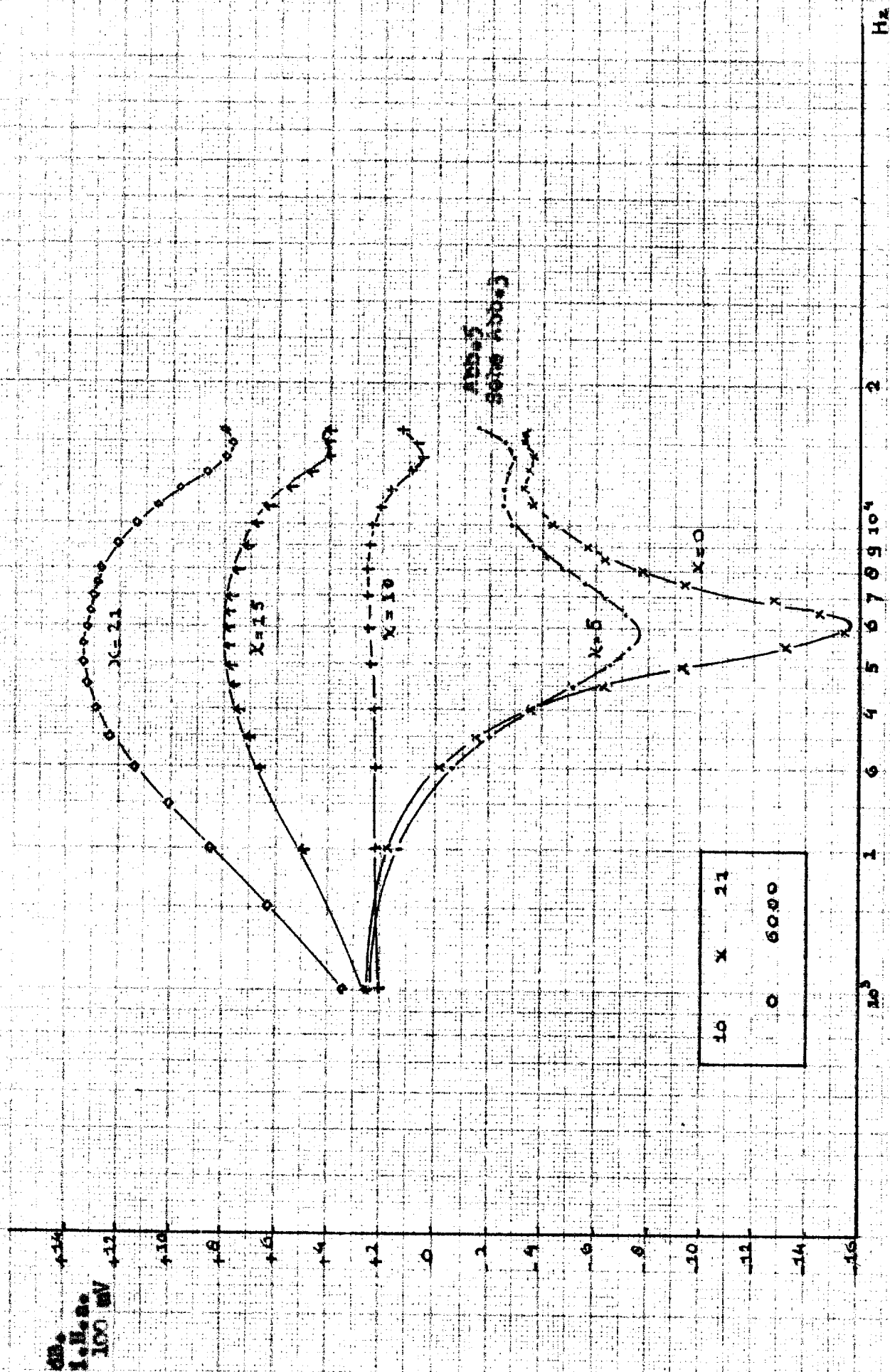
Phillips Regelverstärker 6582.
Eingang: Tongenerator 100 Ω, 50 mV.
Ausgang: Widerstand von 600 Ω parallel mit
Nohrenvoltmeter (1,2 MΩ).

Einstellwert
des Verstärkers

x	10	11
0	8000	

30 40 50 70 100 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12





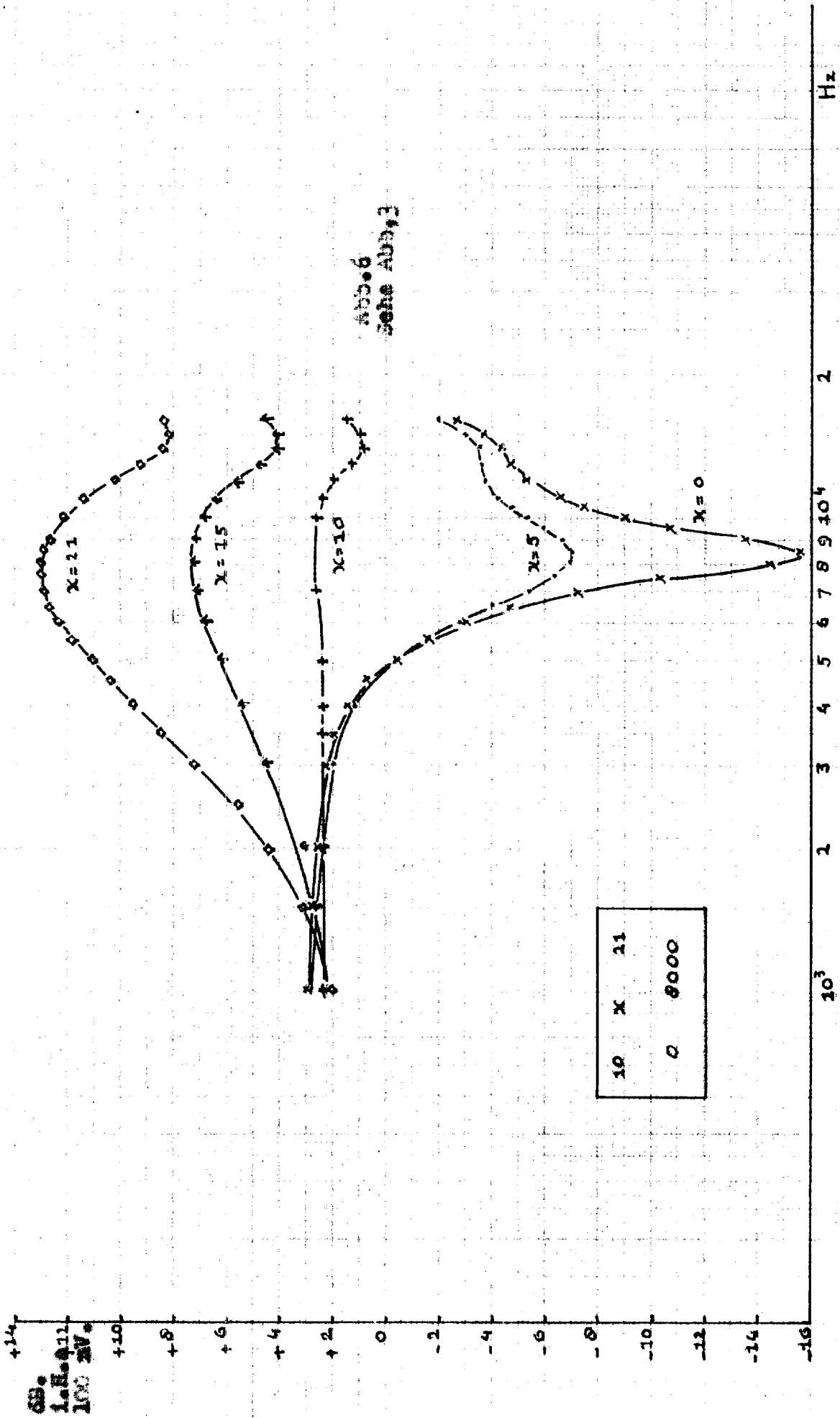
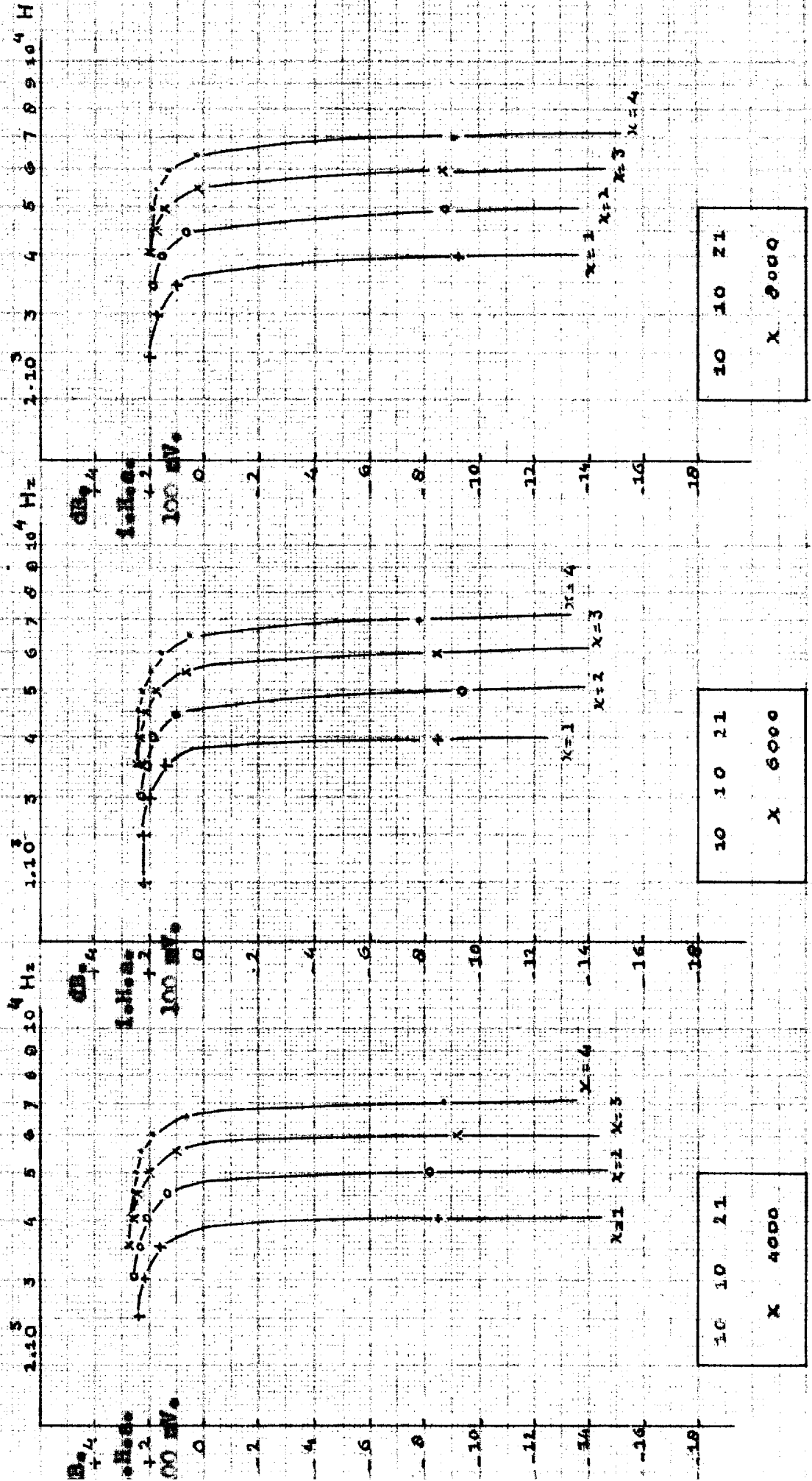


Abb. 6
Seite 100

Abb. 7
Seite Abb. 3



- 3 -

Dies wird u. a. bei zunehmender Amplitude die Verzerrung bei der waagerechten Schrift dem Quadrat der Amplitude proportional grösser, bei der senkrechten Schrift aber der ersten Potenz; jedoch für die praktisch vorkommenden Amplituden ist die Verzerrung bei waagerechter Schrift immer kleiner als bei senkrechter Schrift.

Im Vergleich zu Verstärkern kommt die senkrechte Schrift mit einer einfachen Röhre überein, die waagerechte dagegen mit einer Gegentakt^{stufe}röhre. So sind z. B. bei senkrechter Schrift alle Harmonischen vorhanden, bei der waagerechten Schrift nur die ungeraden Harmonischen.

5) Ebenso wird auf Seite 5 die Meinung vieler erweckt, dass ein Kristall-Pick-up durch seine grosse Rückstellkraft einen grossen Plattenabnutzung verursachen würde. Aus dem Artikel von A.L. Williams in Journ. of the Soc. of Met. Phys. Eng. 23, 203. 1939 geht hervor, dass es tatsächlich möglich ist, einen Kristall-Pick-up zu bauen, der diesen Nachteil nicht zeigt.

II. FREQUENZCHARAKTERISTIKEN DES MULTIPLEN VERSTÄRKERS NACH DER REVISION.

Nachdem der Multiple Kraftverstärker von der Fabrik revidiert zurückgeliefert war, wurden verschiedene Frequenzcharakteristiken davon aufgenommen. Immer wurde der Eingang an einen niedrig ohmigen Ausgang des Philips Tengenerators G.M. 1307 angeschlossen, während der 15 ohmige Ausgang mit einem Philips 25 Watt Lautsprecher verbunden war, parallel zu einem Philips Thermischen Voltmeter.

Abb. 1: Schallplatteneingang; Regelung tiefer Töne.

Abb. 2: Schallplatteneingang; Regelung hoher Töne.

Im Vergleich mit früher ist der Verstärker bedeutend verbessert. Siehe Bericht 1, Abb. 14. Charakteristiken für den Mikrophoneingang, wie die bei verschiedenen Eingangsspannungen, wurden noch nicht aufgenommen.

- 4 -

III. FREQUENZCHARAKTERISTIKEN DES PHILIPPS REGELVERSTÄRKERS 4502.

Obwohl der Regelverstärker momentan nicht mehr verwendet wird, wurden Vollständigkeit halber doch Frequenzcharakteristiken davon aufgenommen. An den Eingang wurde der Philipp-
 tengenerator G.M. 2307 angeschlossen, stand das Abschwächern 10^{-1} ,
 also tiefohmig (100Ω). An den Ausgang wurde ein Hochvoltmeter
 (Imp. 1,2 M Ω) angeschlossen, und parallel dazu ein Widerstand von
 500 Ω , die erforderliche Abschlussimpedanz des Verstärkers. Die Ein-
 gangsspannung ist 0,05 Volt. Die Resultate sind aus den Abbildun-
 gen 3 bis einschliesslich 7 ersichtlich.

Auf der Frontplatte des Apparates sind 5 Regelmesspunkte
 vorhanden, 3 oben und 2 unten. Oben links haben wir die Tonregelung
 tiefer Töne, in der Mitte den Tonregler fuer hohe Töne und rechts
 den Volumeregler. Unten links befindet sich ein Knopf, der den
 Lowpassfilter regelt und rechts ein Knopf, der zu dem Tonregler
 fuer hohe Töne gehoert und bestimmt, bei welcher Frequenz die
 maximale bzw. die minimale Verstärkung erreicht wird. In jedem
 der Graphiken 3 bis einschliesslich 7 ist die dazu gehoernde Be-
 zie der Skala gezeichnet.

Der Volumeregler (rechts oben) steht immer auf 21, also
 ganz auf. Es ist deutlich, dass besonders die Regelung fuer tiefe
 Töne (Abb. 3) nicht fuer Schallplattenwiedergabe geeignet ist.

Die Lowpassfilter (Abb. 17) sind nicht geeignet zum
 Rauschfilter, da sie eine Art leises Pfeifen verursachen infolge
 andauernder Ausschwingung in eigener Frequenz.

Fuer das Hervorheben hoher Töne ist der Verstärker wohl
 einigermassen verwendbar, besonders in diesem Stand, wobei das Ma-
 ximum bei 8000 Hz liegt.

Alles in allem schien es besser selbst einen Filter fuer

die Regelung hoher und tiefer Töne herzustellen.

IV. TONREGELUNG.

Der in Bericht 1, Abb. 7 erwähnte Filter fuer tiefe Töne wurde jetzt mit einer Regelung fuer hohe Töne ausgedehnt, in Abbildung 8 ist das Prinzip wiedergegeben.

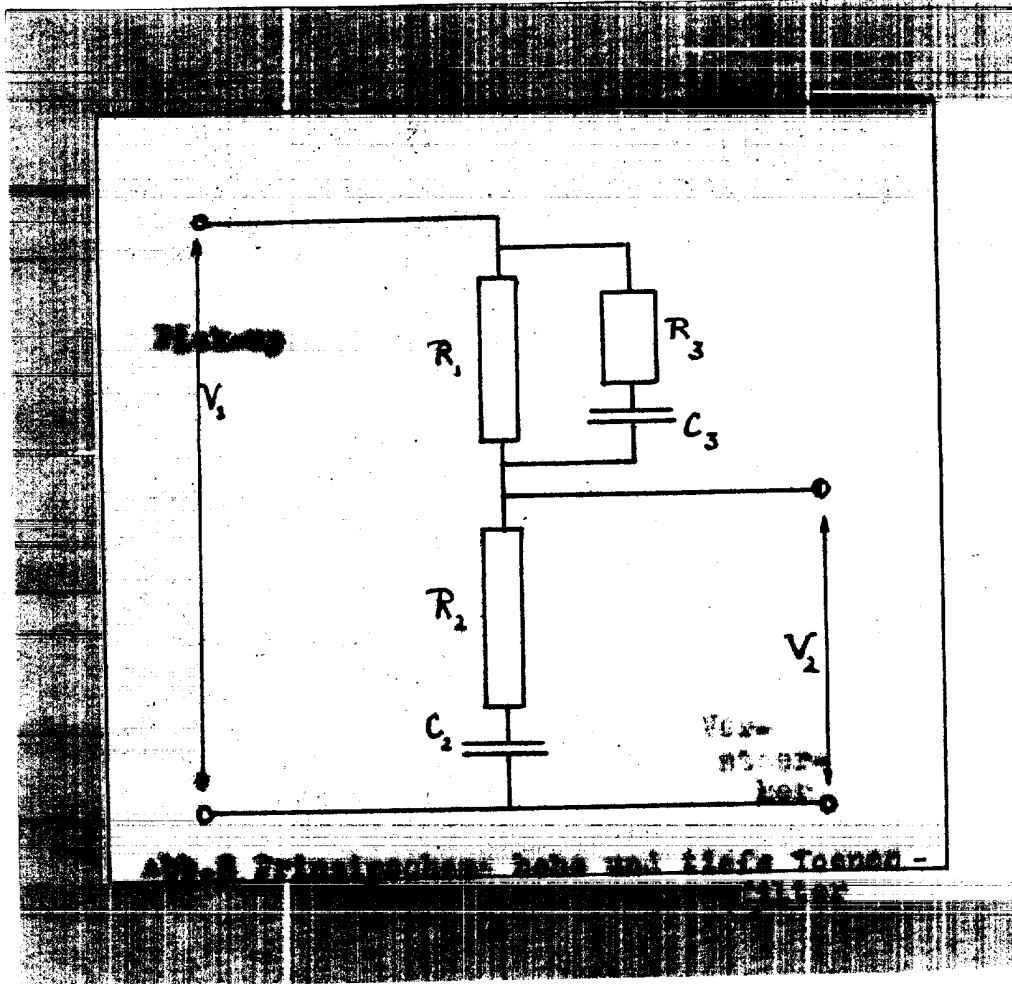


Abb. 8 Prinzipschaltung hohe und tiefe Töne -

Bei tiefen Frequenzen ist V_2 nahezu gleich V_1 . Wenn die Frequenz zunimmt, dann erniedrigt sich $\frac{1}{\omega C_2}$, demzufolge erniedrigt sich auch V_2 . Wenn $\frac{1}{\omega C_2}$ in Bezug auf R_2 klein wird, dann faellt V_2 praktisch nicht weiter und die Limite ist $V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_1$. Fuer noch hoehere Frequenzen wird $\frac{1}{\omega C_3}$ so klein, dass der Spannungs abfall

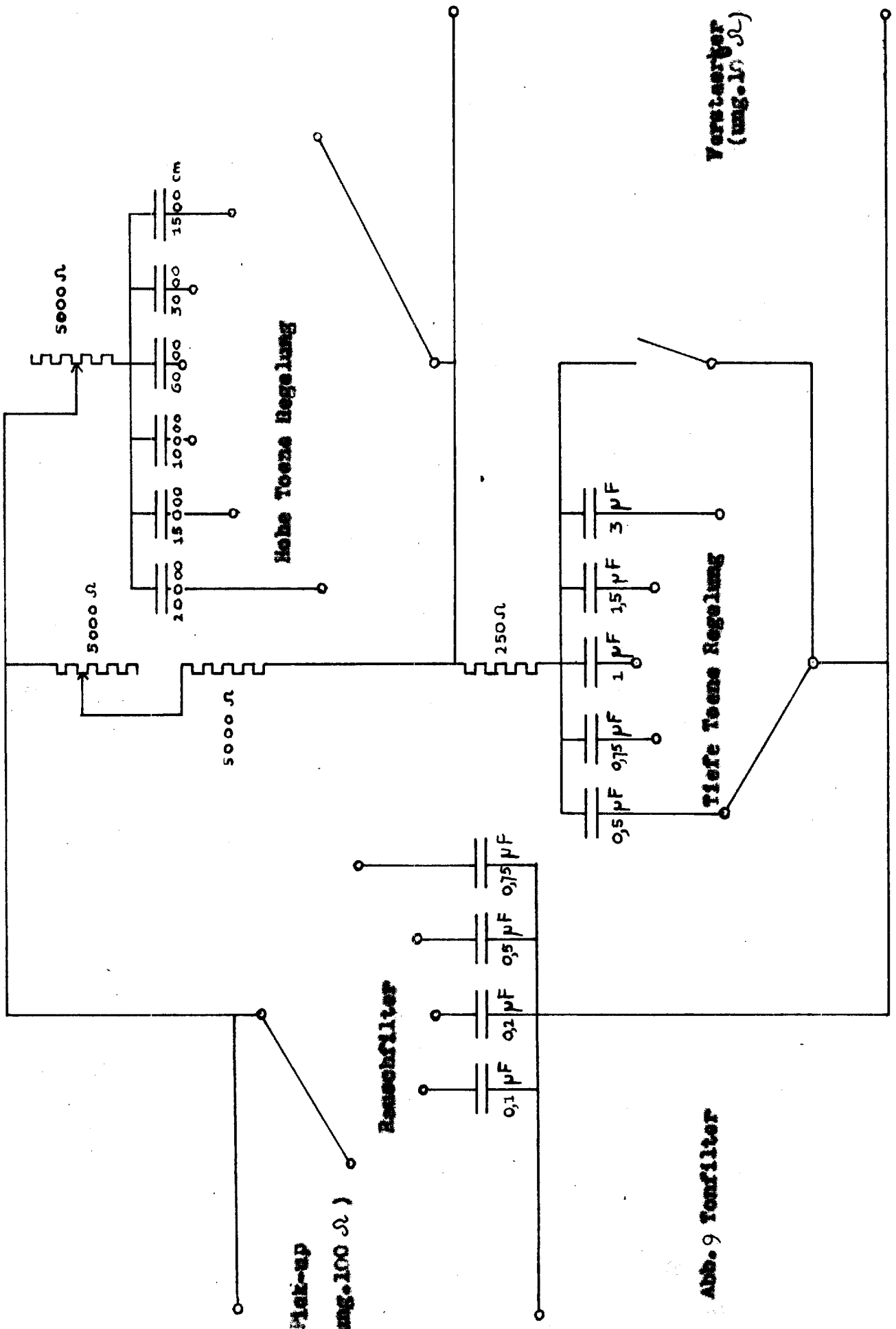
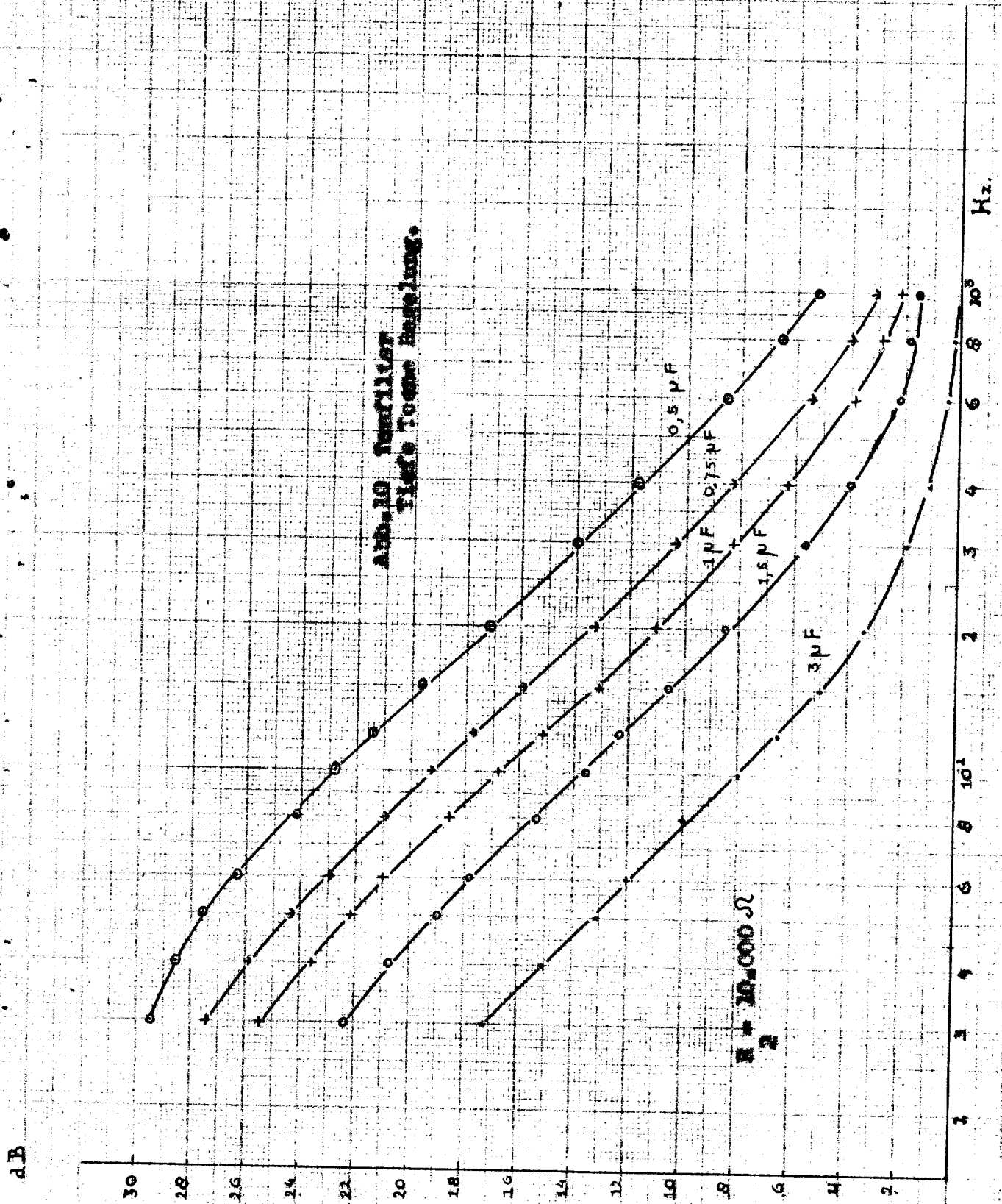


Abb. 9 Tonfilter



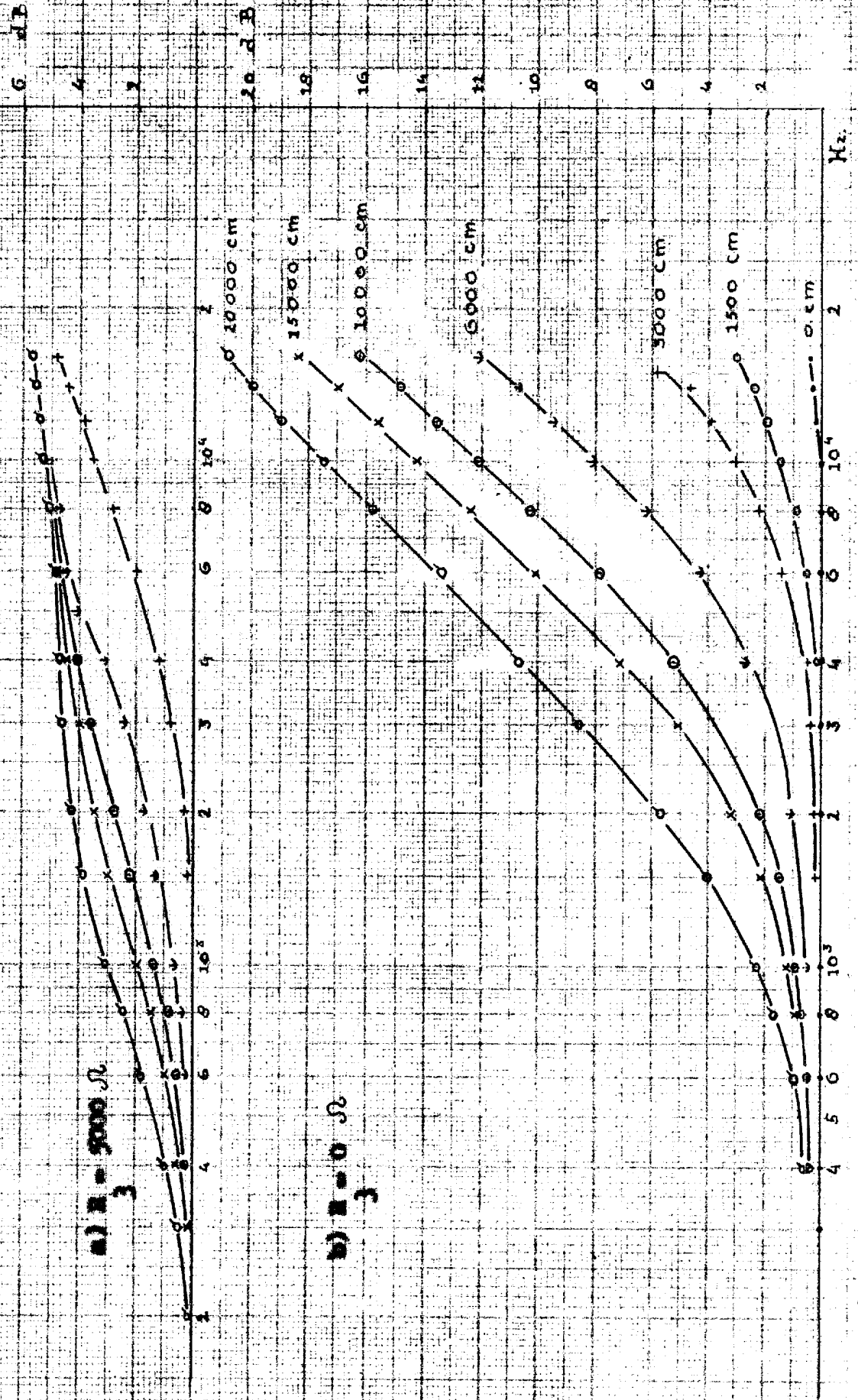


Abb. 11 Infiltrations-Tone-Regelung.

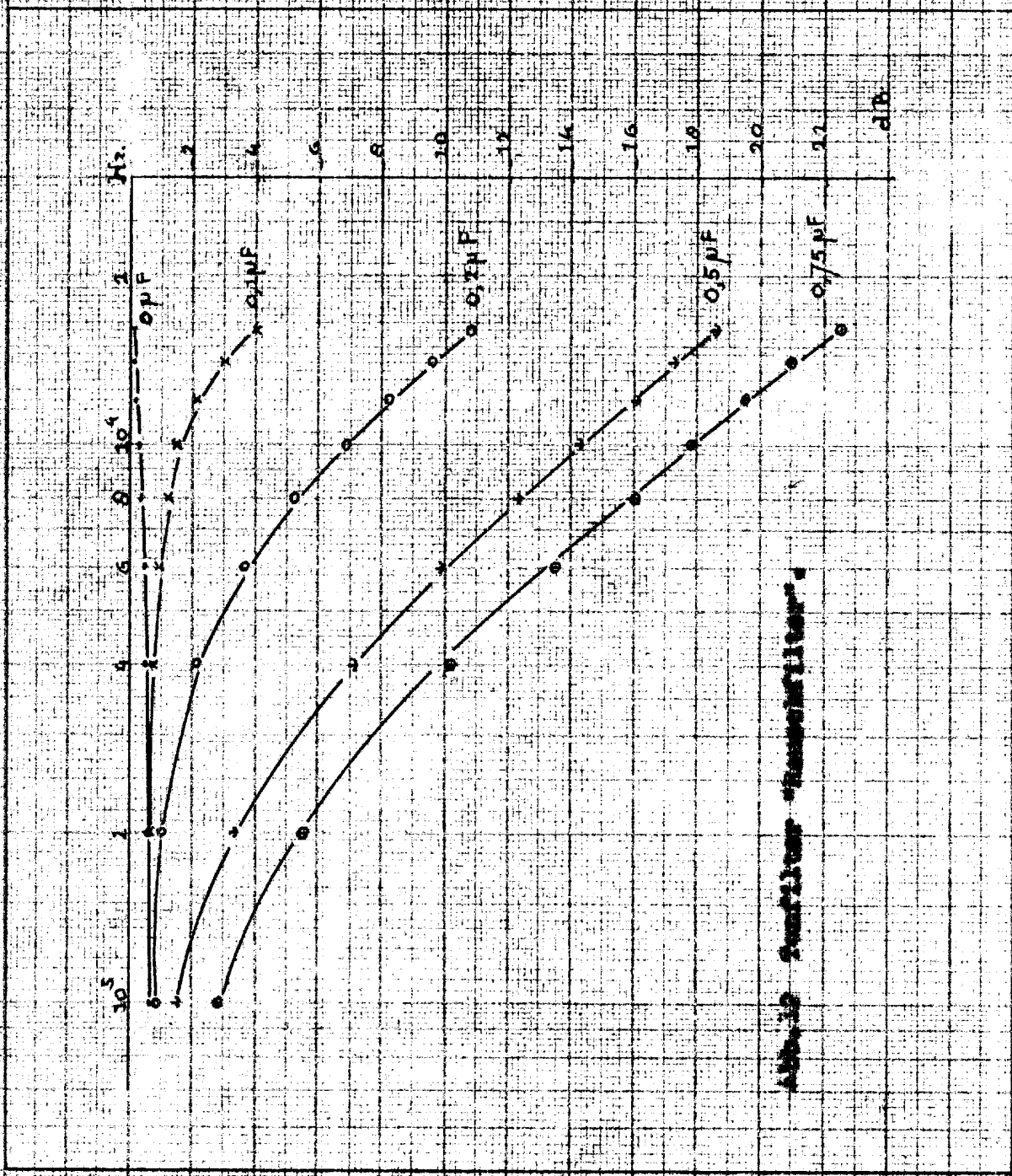


Abb. 10 Variable-Kapazitätsfilter

- 6 -

über ω abnimmt, sodass V wieder sinkt. Diese Zunahme geht weiter bis $\frac{1}{\omega} \ll R$ klein wird in Bezug auf R . Ein nahezu konstanter Wert wird dann wieder erreicht. Die Limite ist jetzt: $V = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_1$

Die Impedanz des Einganges des Filters ist immer gross in Bezug auf die Impedanz des Pick-ups, während die des Ausgangs klein ist in Bezug auf die Impedanz des Verstärkereingangs. Um den Wünschen einiger Zuhörer entgegenzukommen, hat man den Rauschfilter, aus einigen Kondensatoren über dem Eingang bestehend, erhalten. In Abb. 9 ist das ausführliche Schema gezeichnet worden, die Anordnung ist aus Photo, Abb. 15 ersichtlich. Aus Vergleich der Abmessungen ist ein normales mechanisches vorgelagert worden. Die Abbildungen 10 bis einschliesslich 12 zeigen die Frequenzcharakteristiken. Sie wurden aufgenommen während an den Eingang ein Ton-generator mit einer Impedanz von 250 Ω und an den Ausgang ein Hochvoltmeter von 1,5 $M\Omega$ angeschlossen war. Die Regelung fuer tiefe Frequenz wurde nur bei $R = 10.000\Omega$ aufgenommen, da $R = 5000\Omega$ nur wenig Änderung gibt: (Die Spaltung von R in einen festen und einen variablen Widerstand von 5000 Ω hat keinen tieferen Zweck, aber wird ausschliesslich verursacht durch den Mangel eines variablen Widerstandes der ganzen 10.000 Ω . Uebrigens: in der Praxis hat sich nie ein Beduerfnis nach Variation von R herausgestellt).

V. ~~Abbildung des exponentiellen Trichters~~

Abb. 13 zeigt uns ein Photo des exponentiellen Trichters, schraeg von vorn gesehen. Zur Vergleichung sind ungefahr halbwegs 2 Meterlaten mit Besinctorverteilung angebracht, eine in waagerechte, und eine in senkrechter Richtung. Abb. 14 gibt eine Veranschaulichung

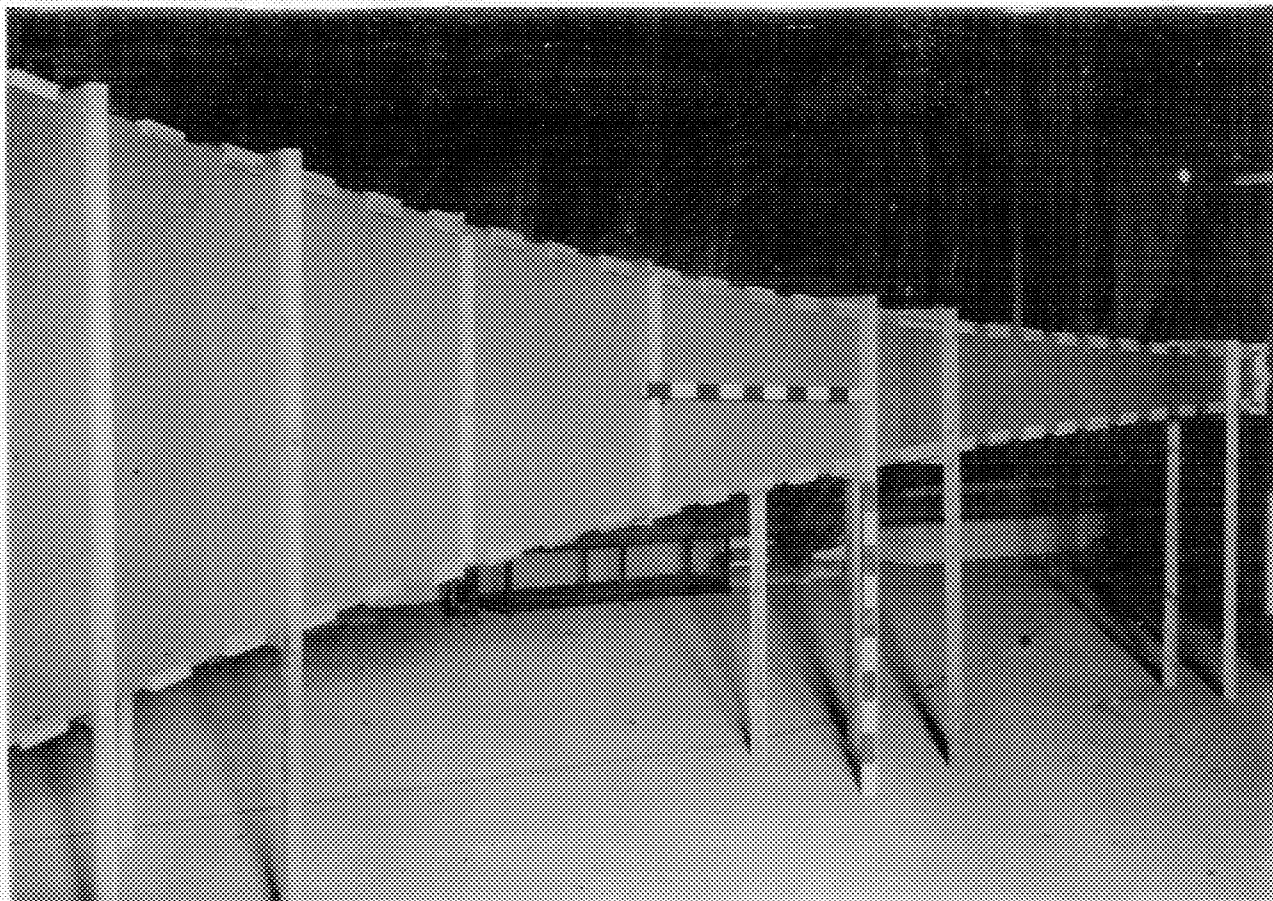
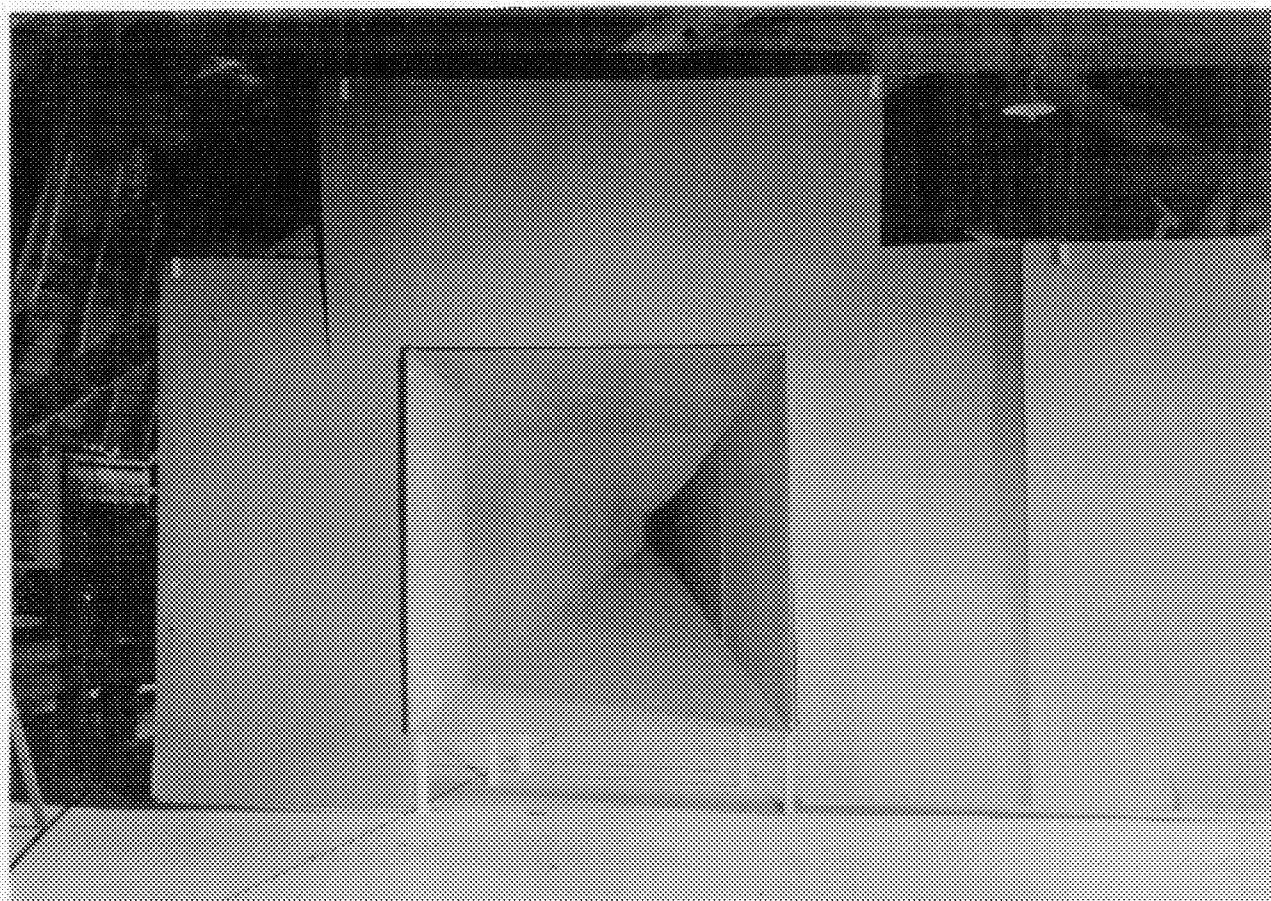


Abb. 13. Experimenteller Trichter, während von vorn gesehen.





20.18. Sperrtisch: Multifunktions, praktisch, flexibel
und fähig 24 Stk. Versetzen

- 7 -

sicht und Abb. 15 ist ein Photo des Apparates: links das Rundfunkgerät, dann der Drehtisch, weiter der Tonfilter und schließlich ganz rechts der Philips 24 Watt-Verstärker.

Auf dem Tonfilter ist links die Regelung von C_1 , rechts von C_2 sichtbar. In der Mitte ist der Schalter angebracht, der C_1 kurzschließt. Die Regelungen von R_1 und R_2 , nebst der des Hausfilters, sind an der Rückseite angebracht und also nicht auf dem Photo zu sehen.

VI. FREQUENZCHARAKTERISTIK, RICHTIGKEIT DER VERZERRUNG DES EXPO- NENTIALEN TRICHTERS.

Um die Frequenzcharakteristik des exponentiellen Trichters, wie diese in Bericht 2, Abb. 5 angegeben ist, zu korrigieren zu einer Geraden, ist besonders fuer die tiefen Töne eine sehr starke Hervorhebung noetig. Mit einem RC Filter ging es nicht steil genug, da-
rum wurde ein kleiner Verstärker mit zwei Resonanzkreisen in der
Leitung gebaut, einer fuer die tiefen und einer fuer die ho-
hen Töne. Ein erster Versuch ergab fuer die tiefen Töne nicht die
erwünschte Korrektionskurve; naeher wurde vorlaeufig von weiteren
Versuchen abgesehen, im Zusammenhang mit dringenderen Arbeiten und
besonders auch, da die Messungen mit dem Sonometer keinen zuverlaes-
sigen Eindruck machen, so ist z.B. die Frequenzcharakteristik des
Mikrophons nicht bekannt. Derna scheint es besser mit allen Tonmes-
sungen zu warten, wenn moeglich bis das Kondensatormikrophon, das be-
stellt ist, fertig ist, mit dem mehr zuverlaessige Frequenzcharakte-
ristiken aufgenommen werden koennen.

In diesem Zusammenhang muss noch ein Nachteil des exponen-
tialen Trichters genannt werden, naemlich die Frequenzabhaengig-
keit der Richtcharakteristik. Es wird auch beabsichtigt einen gesonder-

- 6 -

re besser fuer die hohen Töne, eine Anzahl von Trichterlautsprechern zu verwenden, die verschieden gerichtet sind, dadurch koennte sich die Frequenzabhaengigkeit der totalen Richtcharakteristik sehr verbessern. Wir verfuegen jedoch nicht ueber ein derartiges Aggregat.

Nicht nur ist ~~die~~ Richtcharakteristik fuer hohe Frequenzen so scharf ~~ist~~, sondern es gibt noch einen Grund die hohen Töne nicht wiedergeben unter Verwendung eines Trichters, der eine niedrige Abschneidfrequenz hat. Die Verzerrung von dem Trichter verursacht, erhoecht sich naemlich mit dem Quadrat der Frequenz und erhoecht sich auch fuer eine selbe Frequenz, je nachdem die Abschneidfrequenz tiefer liegt. (Siehe z.B. H.F. Olson "Horn Loud Speakers" H.C.A. Rev. p. 271 v.v. 1937). So ist z.B. bei einer Abschneidfrequenz von 20 Hz. und bei $0,01 \frac{\text{Watt}}{\text{cm}^2}$ des Halsdurchschnitts die Verzerrung bei 100 Hz. 1%, bei 500 Hz. 3% und bei 1000 Hz. 10%. Wenn wir 3% Verzerrung zulassen, dann darf, bei einer Abschneidfrequenz von 20 Hz. und einem Durchschnitt von 400 cm^2 , bei 20 Hz. eine Energie von 2400 Watt abgegeben werden, bei 100 Hz. 24 Watt und bei 2000 Hz. 0,24 Watt. Man ist diese schnelle Ermassigung der gestatteten Strahlung fuer hohe Töne nicht so schnell, wie es auf den ersten Blick erscheint, da die wahrscheinlichsten Scheitelwerte der Orchestermusik laut Fletcher ungefaehr ebenso stark abnehmen bei steigenden Frequenzen (Siehe Abb. 12 im Artikel von A.L. Williams in Journ. of the Soc. of Met. Phys. Engrs. 1939, Seite 220). Wir koennen also folgern, ~~das~~ bei der weiten Halsöffnung von $20 \times 20 \text{ cm}^2$ unseres exponentiellen Trichters, was die Verzerrung anbetrifft gegen die Wiedergabe des ganzen Frequenzspektrums, keine Beschwerde besteht.

VII. ZUR VERWENDUNG.

Infolge verschiedener Umstände ist der Apparat, der den

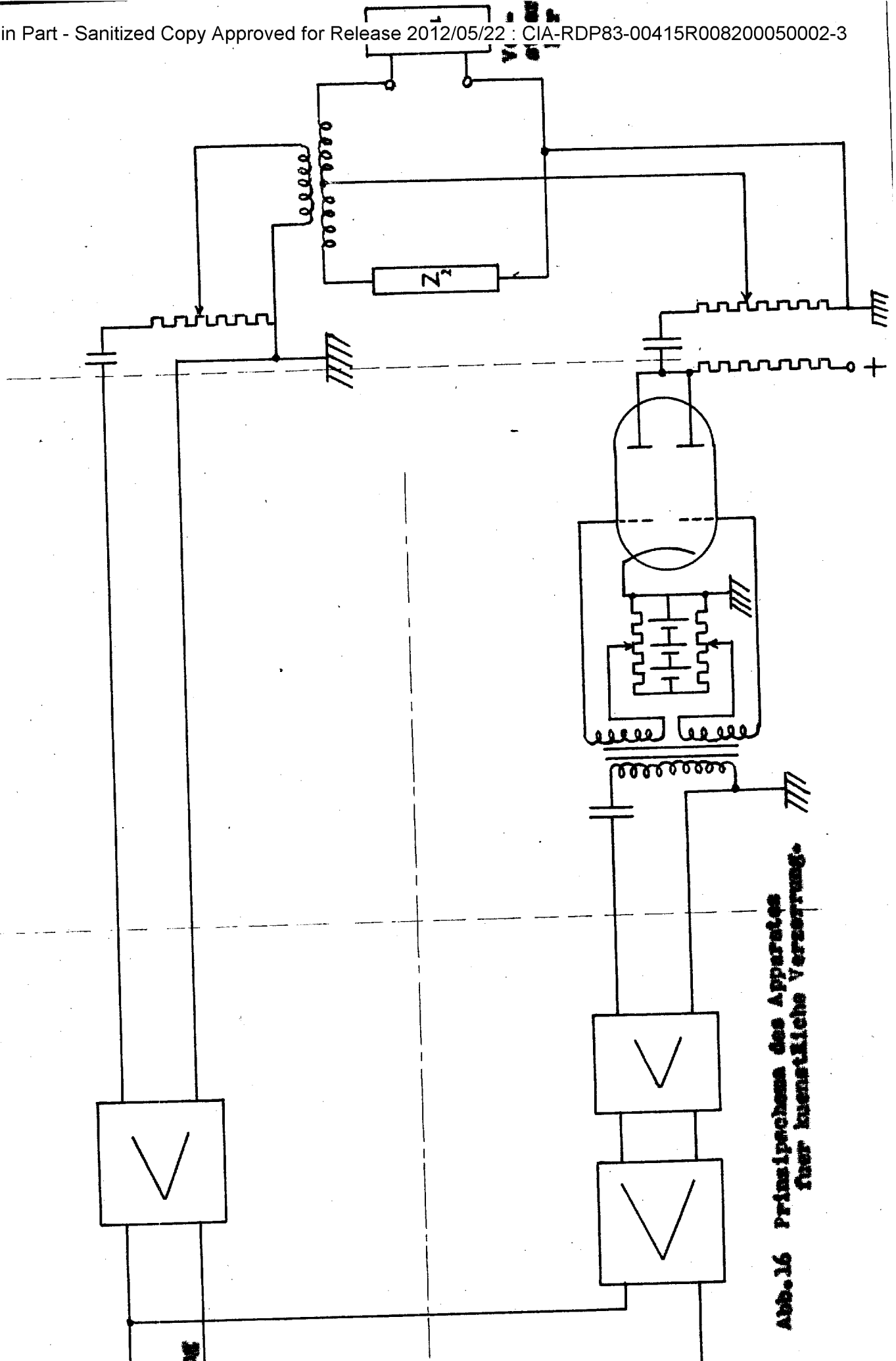


Abb. 16 Prinzipschema des Apparates fuer kernatische Verzerrung.

- 9 -

Zweck hat eine regelbare Menge von L^0 Harmonischen Summe- und Differenztonen dem Klang zu zufügen, noch nicht fertig gestellt. In Abb. 16 ist ein Prinzipschema angegeben. In dem oberen Zweige wird der ursprüngliche Ton verstärkt und ein Teil abgezweigt, in dem unteren Zweig wird nach Verstärkung das ursprüngliche Signal gelöscht, während die in der Doppeltriode entstandene Verzerrung übrigbleibt; ein Teil dieser Verzerrung wird abgezweigt und mit dem ursprünglichen Signal gemischt. Wenn wir von links nach rechts gehen, finden wir in der ersten Gruppe nur Verstärkerrohren. Für das Produzieren einer gehörigen Menge Verzerrung ist in Anbetracht der geringen von den Röhren abgegebenen Spannung, eine bedeutende Verstärkung nötig. Hierfür verwendet man eine Pentode. Darauf folgt dann noch eine Triode um eine gute Anpassung an den Gegentaktübertrager zu Stande zu bringen. In der zweiten Gruppe folgt dann die Produktion der Verzerrung und das Löschen des ursprünglichen Signals. Die Methode ist schon in Bericht 8 beschrieben. Es zeigte sich, dass die beiden Trioden der Doppeltriode (ein 53) einander nicht genügend gleich sind, um ohne mehr Löschen des ursprünglichen Signals zu erreichen. Es ist nötig den beiden Gittern eine verschiedenartige negative Vorspannung zu geben, damit die dynamischen Steilheiten einander gleich sind. Natürlich ist dies auch erreichbar durch regelbare Widerstände in den Anodenleitung, aber eine Änderung in der Gitterspannung wirkt naturgemäss schneller. Eventuell würde eine regelbare Anodenwiderstand als Feinregelung zu verwenden sein.

Schliesslich findet in der dritten Gruppe die Mischung statt. In Abb. 16 ist eine Mischung mit Hilfe eines Gegentaktübertragers angegeben. Der Vorteil ist, dass, wenn Z der Eingangsimpedanz Z_1 des hinten dem Apparat folgenden Verstärkers gleich ist

- 15 -

und wenn der Gegentaktuebertreger wirklich in der Mitte abgezweigt ist (ist dies nicht der Fall, dann muss das Verhältnis $\frac{2}{2} / \frac{1}{1}$ auch einigermaßen von 1 abweichen), die zwei Leitungen einander nicht beeinflussen. Hierfür ist es jedoch auch nötig, dass die Kapazität zwischen den Wicklungen des Gegentaktuebertregers sehr klein ist. Man sieht daraus in Erwägung Widerstandkopplung zu verwenden und diese so zu dimensionieren, dass die beiderseitige Beeinflussung der 2 Ketten vernachlässigt werden kann.

Da die Verzerrung der Eingangsspannung proportionell ist, wird bei der Wiedergabe der Musik die grösste Verzerrung bei den stärksten Passagen auftreten, wie auch bei Gebrauch einer normalen Installation geschieht. Der wichtige Unterschied zwischen diesem Apparat und einer normalen Verstärkerrohre mit regelbarem Arbeitspunkt ist, dass hier während der Regelung der Verzerrung die Stärke des Grundsignals konstant bleibt. Da es jetzt herausstellt, dass die stärksten Passagen bestimmend sind, ist es nötig Scheitelspannungsmessungen zu machen. In dem folgenden Bericht hoffen wir den definitiven Apparat und dessen Verwendung behandeln zu können.

zum Schluss bemerken wir noch, dass auch fuer die Messung der Hoerbarkeit der zweiten Harmonischen eines einzigen Tones der Apparat gute Dienste erweisen kann. Es zeigte sich, dass das Arbeiten mit 2 Torgeneratoren zu diesem Zweck ziemlich unstaendlich war, wegen der Tatsache, dass die 2^e Harmonische ziemlich genau eingestellt werden muss.

VIII. MESSBRUECKE FÜR DEN "KLIRRFAKTOR".

a) Schema der Messbruecke.

In Abb. 17 des Berichtes 2 ist die Prinzip-Schaltung der zu bauenden Messbruecke angegeben. Einer der Assistenten hatte den auf-

Abb. 17
Messbrücke
für den
Klirrfaktor

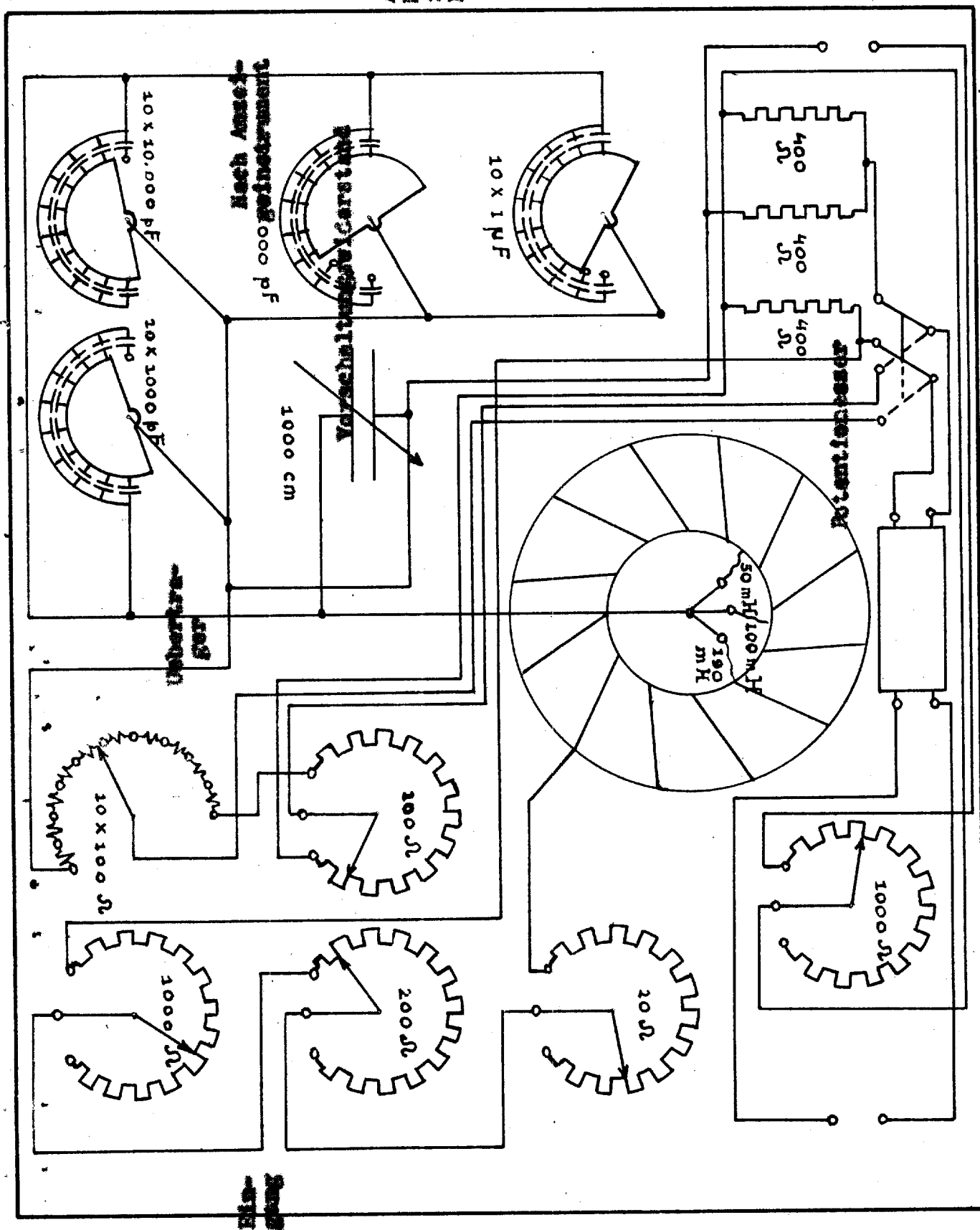
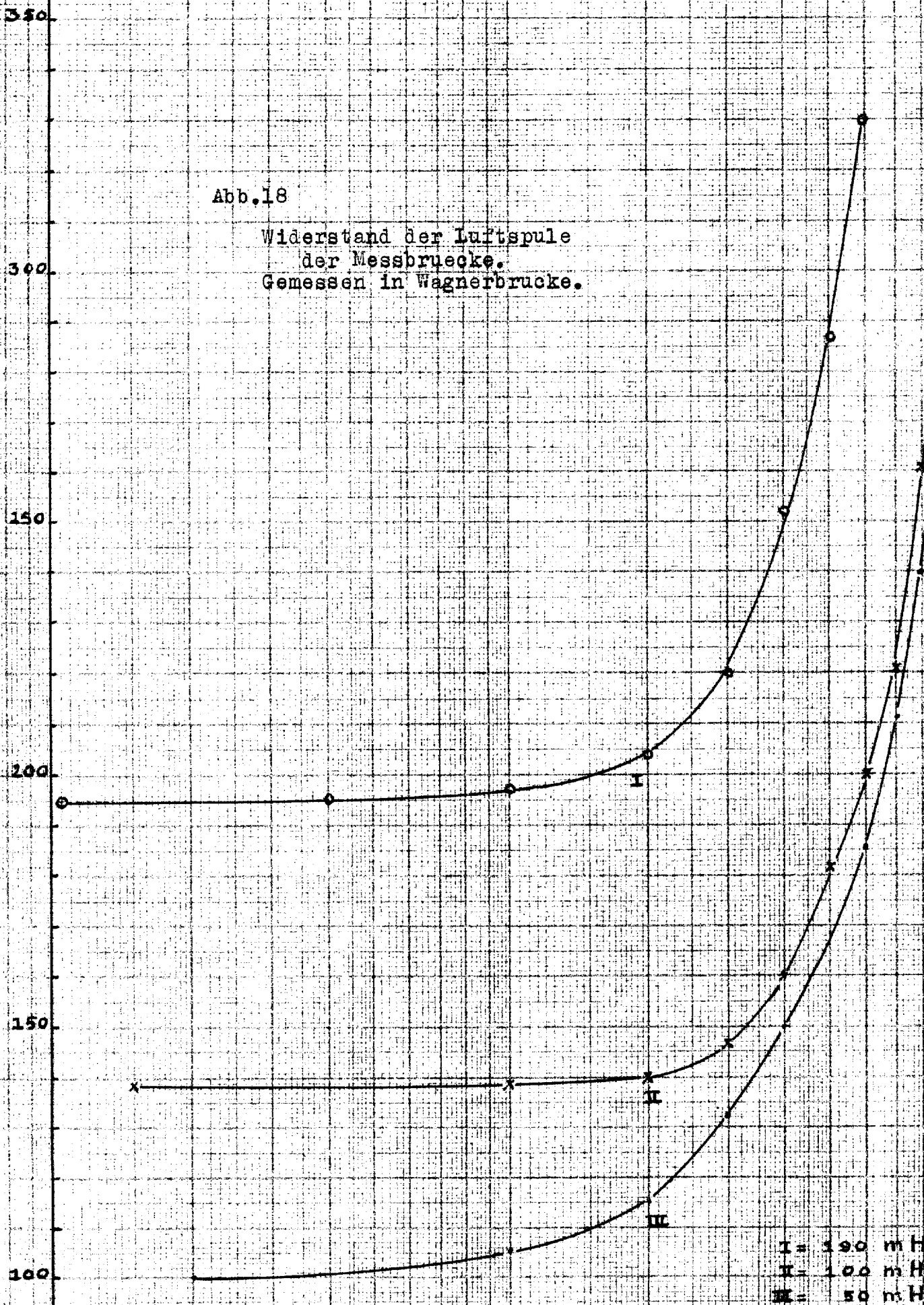


Abb.18

Widerstand der Luftspule
der Messbrücke.
Gemessen in Wagnerbrücke.



I = 100 mH
II = 100 mH
III = 50 mH

- 11 -

17 zeigt das Bauelement. Zwischen dem Eingang und der Brücke ist ein Vorschaltungswiderstand angebracht worden, da der 400Ω Widerstand der Brücke in einigen Fällen vielleicht fuer den durchzumessenden Apparat zu klein sein koennte. Verlaeufig ist als Vorschaltungswiderstand 1000Ω variabel gewaehlt worden.

Im Zusammenhang mit dem Widerstande der verwendeten Selbstinduktion ist fuer R_1 , R_2 und R_3 , je 400Ω gewaehlt worden. Z besteht aus einer Reihenschaltung von Selbstinduktion, Kapazitaet und Widerstand. Der Widerstand besteht aus dem Widerstand der Spule und einem variablen Widerstand. Im Gleichgewicht ist der Widerstand von Z immer 400Ω , also ist die Brueckenimpedanz fuer jede Frequenz, bei der die Bruecke im Gleichgewicht ist, dieselbe, obschon der Widerstand der Spule mit der Frequenz variiert, siehe Abb. 18.

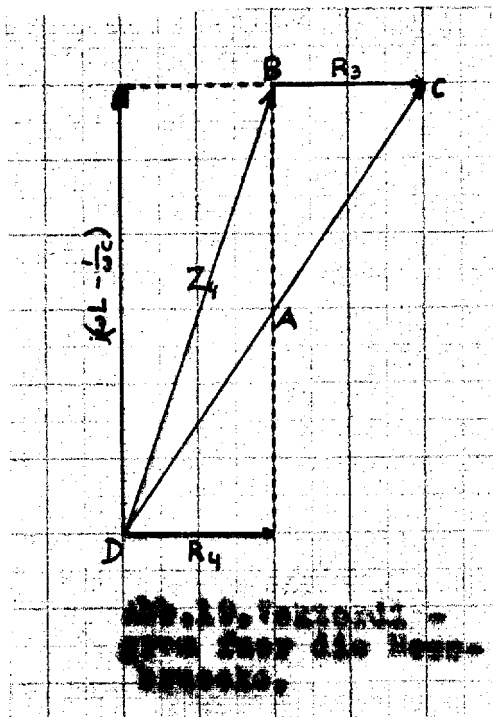
Die Spule wurde als Torus ausgefuehrt um die Steuerung durch auesserliche Felder klein zu halten. Verschiedene Abzweigungen wurden angebracht, die mit Hilfe eines Schalters nach Wunsch in Gebrauch genommen werden koennen. Der Apparat naehert sich seiner Fertigstellung.

b) Korrektionsfaktor fuer die Messungen.

Im Zusammenhang mit dem endigen Wert der Kreisqualitaet von Z koennen wir uns abfragen, welche Zuverlaessigkeit von den Messungen mit dieser Bruecke zu erwarten ist. Hierauf hat das Verhaeltnis der Impedanz von Z bei der zweiten resp. dritten Harmonischen Einfluss mit Bezug auf die Impedanz bei dem Grundton (400Ω). Z ist auf den Grundton abgestimmt, ist also in Resonanz fuer diese Frequenz, ω_r . Fuer die zweite resp. dritte Harmonische ist die Impedanz von $Z = R + j(2 \cdot L - \frac{1}{\omega^2 C}) = R + j \sqrt{\frac{L}{C}}$, resp. $Z = R + \frac{2}{3} j \sqrt{\frac{L}{C}}$. Fuer die dritte Harmonische ist der Zustand also

schon viel guenstiger als fuer die zweite, darum werden wir weiter nur die zweite Harmonische betrachten.

In Abb.19 ist das Vektordiagramm fuer die Bruecke gezeichnet.



R_1 ist die totale Widerstandskomponente von Z , also konstant 400Ω (zwar messen wir eigentlich mit dem Widerstandswert fuer die doppelte Frequenz rechnen, bei der die Bruecke in Resonanz ist, aber laut Abb.18 ist dieser fuer die tiefen Frequenzen, also gerade in dem Gebiete, in dem der Korrektionsfaktor das groesste Interesse haben wird, freilich konstant); R ist auch 400Ω . Das Verhaeltnis zwischen der halben Spannung auf der Bruecke und der Spannung, die ueber dem anderen Brueckendiameter fuer die zweite Harmonische zu stehen kommt (dieses ist in dem 14-ten Falle, naml. II wenn $\omega = \infty$ fuer $\omega = \omega_r$, gleich der halben Brueckenspannung der zweiten Harmonischen) ist jetzt gleich C/B , da $R = R_1$.

$$AB = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{R}{3} + \frac{R}{4}\right)^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} = \frac{1}{2} \sqrt{4R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \text{ und}$$

$$AB = \frac{1}{2} \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$

- 13 -

Jetzt ist wieder $\omega = 2\omega_F = 2\sqrt{\frac{1}{LC}}$ und $R = 400\Omega$, also

$$\Delta C = \frac{1}{2} \sqrt{64,10 + \frac{9L}{4C}} \quad \text{und} \quad \Delta B = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{9L}{4C}}$$

Wenn wir versuchen das Verhaeltnis $\Delta C/\Delta B$ so nahe wie moeglich gleich 1 zu bekommen, muss also in jedem Falle L so gross und C so klein wie moeglich gewaehlt werden. Nun ist die Selbstinduktion der ganzen Spule 190 mH. Das Verhaeltnis $\Delta C/\Delta B$ wird also:

$$\Delta C/\Delta B = \sqrt{\left(64,10 + \frac{9 \cdot 0,19}{4C}\right) / \left(\frac{9 \cdot 0,19}{4C}\right)} = \sqrt{\left(64,10 + \frac{0,4275}{C}\right) / \frac{0,4275}{C}}$$

Bei der tiefst erreichbaren Frequenz tritt das groesste auf der Bruecke vorhandene C auf. Dieses ist 11,111 F. Das ergibt mit 190 mH eine Resonanzfrequenz von 109 Hz. Wenn wir dieses groesste C ausquellen, dann finden wir dass fuer 109 Hz, das Verhaeltnis $\Delta C/\Delta B = 4,2$ (wenn wir R variabel gemacht haetten, dann waere diese Zahl kleiner geworden, $\approx 3,2$). Der Grund dazu ist der ^{niedrige} Spulwiderstand fuer tiefe Frequenzen, (siehe Abb. 18. Die Brueckenimpedanz wuerde dann aber zwischen 400 und weniger als 200 Ω als Funktion der Frequenz variieren). Wenn wir jetzt auch fuer andere Werte der Grundfrequenz den Korrektionsfaktor fuer die zweite Harmonische errechnen, dann bekommen wir die Werte, die in Abb. 20 abgebildet worden sind. Wenn die Bruecke fertig ist, ist diese Kurve natuerlich leicht zu verifizieren (experimentell). Fuer die dritte Harmonische ist der Korrektionsfaktor natuerlich kleiner. Wenn sie beide vorhanden sind, dann muessen wir ihr Verhaeltnis kennen, um korrigieren zu koennen. Es scheint dann erwuenscht in Erwaegung zu ziehen statt einer Luftspule eine Eisenkernspule zu verwenden. Wenn naeml. nur eine Luftspalte in den magnetischen Kreis aufgenommen wird, dann ist, mit Erhaltung einer bedeutenden Verbesserung der Kreisqualitaet, die durch die Magnetisierungskurve des Eisens verursachte Nicht-

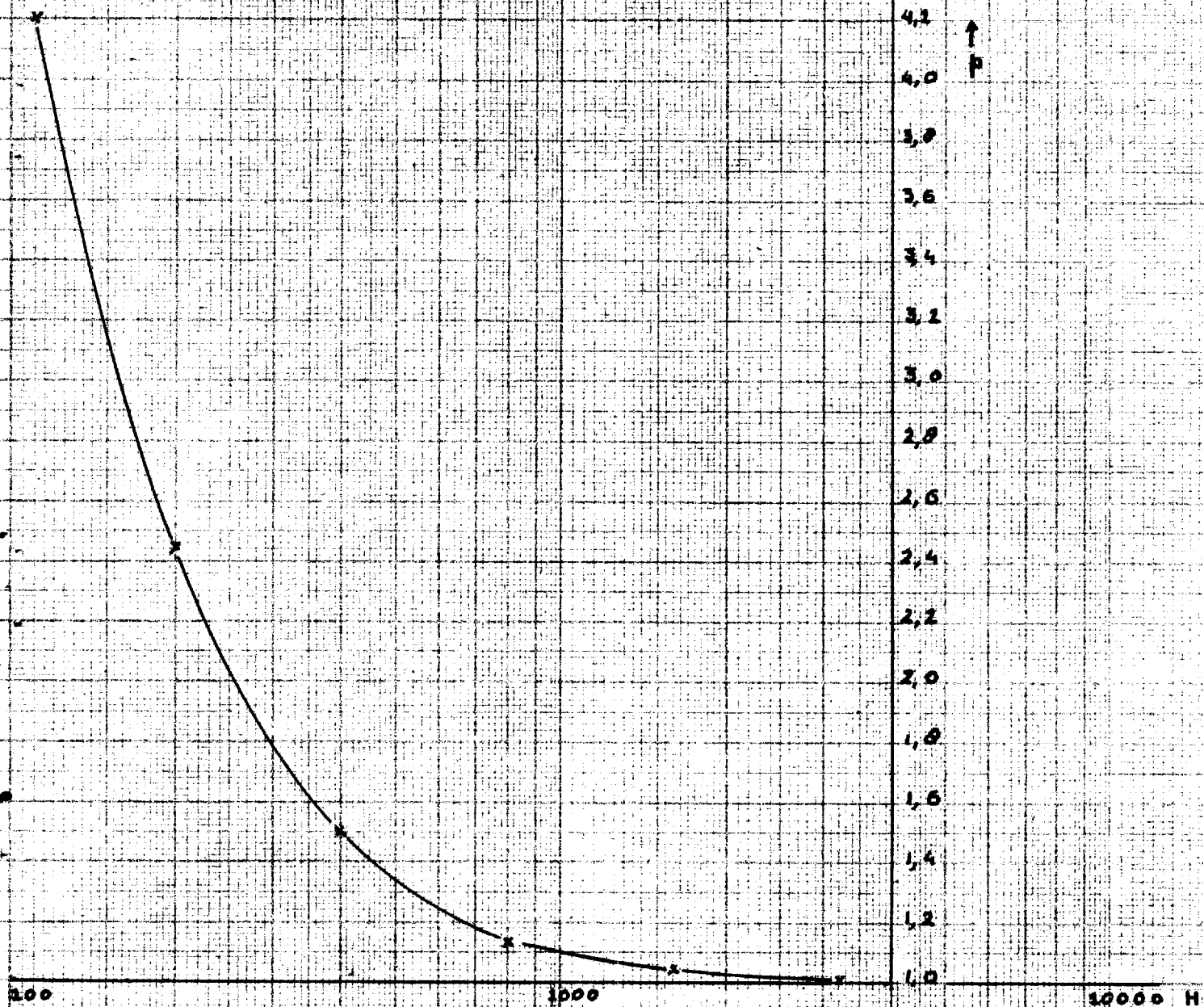


Abb. 10 Theoretisch zu erwartende Korrekturfaktoren
 über das als Car Brücke genutzte Filterfaktor
 beim Gebrauch von 100 ml.

- 14 -

Linearität grossenteils ausschalten

a) Messinstrument.

Die Präzision ist auch noch von dem Anzeigeelement, inkl. des Transformators, abhängig.

In erster Stelle muss die Impedanz natürlich hoch sein. In zweiter Stelle muss die Frequenzcharakteristik des Übertragers so gerade wie möglich sein. Für einen Wert des Klirrfaktors sind doch zwei Messungen benötigt. Bei der einen haben wir hauptsächlich mit der Grundfrequenz zu tun, bei der anderen hauptsächlich mit der zweiten oder dritten Harmonischen. Wenn die Frequenzcharakteristik nicht genügend gerade ist (z.B. weniger als 5% Variation innerhalb von 2 Oktaven), dann muss korrigiert werden und für diese Korrektur muss man dann das Frequenzspektrum kennen; ist das aber bekannt, dann ist auch der Klirrfaktor und also die ganze Messung überflüssig.

Die Verzerrung, die der Übertrager oder andere Teile des Hochspannungsmessers event. verursachen, wird natürlich gross sein dürfen. Dann, wenn die Anzeige quadratisch von der Spannung abhängig ist, und im Übertrager werden z.B. 20% Harmonischen produziert, dann wird die Anzeige nur ein Faktor $(1 + 0,2^2) = 1,04$ zu hoch sein.

Dasselbe gilt auch für den Fehler, der entsteht dadurch, dass wir die effektive Spannung der Harmonischen mit der Spannung des ursprünglichen Gemisches vergleichen, statt mit der des gesonderten Grundtones: 20% Harmonischen ergeben dann wieder einen Fehler von nur 4% in der Ableseung der Grundspannung; 3% Harmonischen einen Fehler von $\frac{1}{100}$. Der Fehler ist also nur wichtig bei einer starken Verzerrung und dann macht es im allgemeinen nicht viel aus. Wenn es doch von Bedeutung ist, ist die Korrektur einfach.

Die Absicht ist für die Messungen mit dieser Brücke ei-

- 16 -

makreis und Millivoltmesser besteht. Wir können uns in diesem Zusammenhang abfragen ob wir einen grossen Fehler dadurch machen, dass wir ein lineares statt eines quadratischen Anzeigeinstrumentes verwenden.

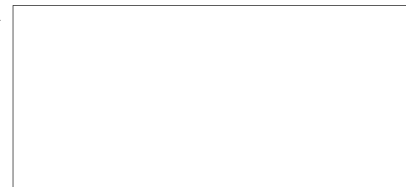
An erster Stelle sind die obengenannten Fehler infolge Verzerrung durch den Übertrager und Harmonischen in der Grundspannung nicht mehr richtig. Weiter können wir bemerken, dass bei Anwesenheit von z.B. nur zweiten oder dritten Harmonischen die Verwendung eines durchschnittlichen Wertmessers ohne mehr erlaubt ist. Wenn wir aber eine Mischung haben, dann wird es schwieriger. Berechnung ist ziemlich umständlich, aber provisorische Messungen führten zu dem Resultat, dass eine "Verunreinigung" der zweiten Harmonischen mit dritten Harmonischen der halben Spannung der zweiten eine Vergrösserung des Ausschlages von nur 6% mit sich bringt, unabhängig von der Frequenz, auch umgekehrt. Also mit anderen Worten, wenn wir wissen, dass hauptsächlich zweite oder hauptsächlich dritte Harmonischen vorhanden sind, dann können wir fuer deren Messung ein durchschnittliches Wertmesser verwenden. Wenn wir das jedoch nicht vorher wissen, dann dürfen wir nicht ohnehin ein derartiges Instrument verwenden.

50X1-HUM

Page Denied

50X1-HUM

SECRET



LIGEL

GEGENSTAND: ZULAESSICHE VERZERRUNG BEI AKUSTISCHER WIEDERGABE.
SUBJECT: PERMISSIBLE DISTORTION IN ACOUSTICAL REPRODUCTION.

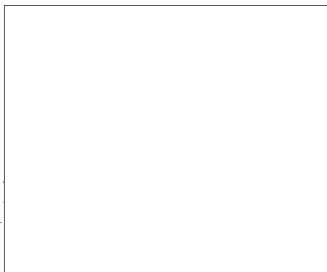
ENGINEER

NAME: ING. J. v. d. EIJK.
NAME:

PLATZ: DELFT,
PLACE LABORATORIUM VOOR TECHNISCHE PHYSICA.
(SOURCE) ENGINEERING (APPLIED) PHYSICS LABORATORY

BERICHT NR.: 4.
REPORT NO

ZEITRAUM: 1 JULI 1943 - 1 OKTOBER 1943.
PERIOD:



50X1-HUM

SECRET

1
LIGEL

GEGENSTAND: ZULÄSSLICHE VERZERRUNG BEI AKUSTISCHER WIEDERGABE
SUBJECT:

ENGINEER
NAME: ING. J. v. d. EIJK.
NAME:

PLATZ: DELFT,
PLACE: LABORATORIUM VOOR TECHNISCHE PHYSICA.
(SOURCE)

BERICHT NR.: 4.
REPORT NO:

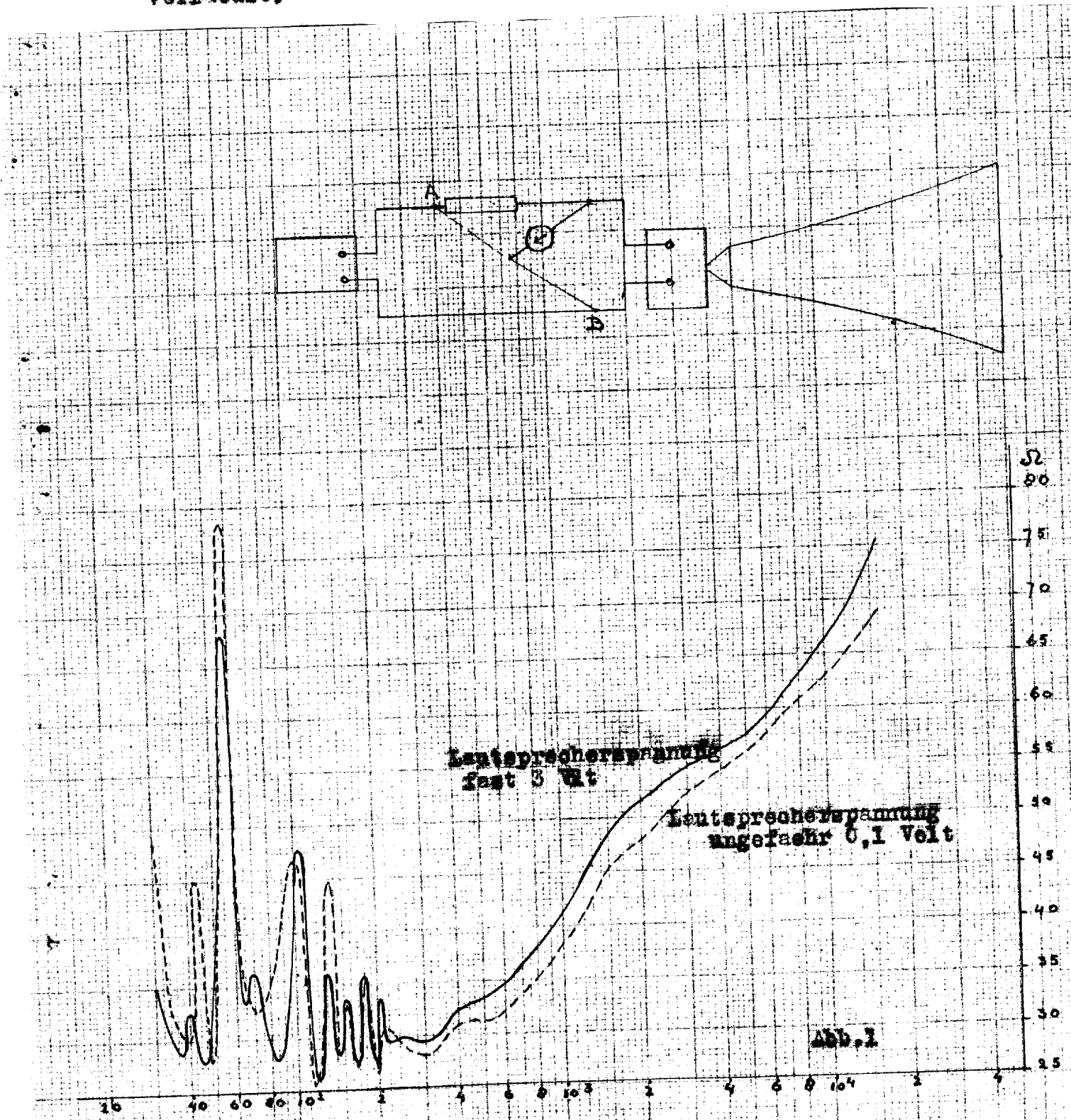
ZEITRAUM: 1 JULI 1943 - 1 OKTOBER 1943.
PERIOD:

INHALT: I. VERBESSERUNGEN DER TONINSTALLATION.
CONTENTS: II. KLIRRFAKTORMESSUNG.
III. ZWEIFELSTROMGENERATOR.
IV. THERMIONISCHER VOLTMESSEK.

I-1-

I. VERBESSERUNGEN DER TONINSTALLATION.

Abb.1 zeigt, wie der Modulus der Impedanz des 25 Watt Lautsprechers, an dem exponentiellen Trichter befestigt, als Funktion der Frequenz verläuft.



- 2 -

Eine der Klemmen des thermionischen Voltmessers wird abwechselnd mit den Punkten A und B verbunden um den Strom durch den Lautsprecher resp. die Spannung desselben zu messen. Die verschiedenen Eigenfrequenzen des Trichters zeigen sich deutlich im Impedanzverlauf. Auch mit dem Geheer sind diese Spitzen wahrnehmbar. Bei Musikwiedergabe sind sie jedoch wenig störend. Was jedoch auf die Dauer wohl störend war, war die selektive Richtcharakteristik des Trichters. Nur innerhalb eines verhältnismässig kleinen Raumwinkels war es möglich die Wiedergabe richtig zu gestalten, ausserhalb ^{desselben} ergab sich ein grosser Verlust an hohe Töne. Um dies zu verbessern ist jetzt an eine der Scheidewände, die sich neben der Trichteröffnung befinden, ein 10 Watt Philips Lautsprecher mit Tonsstreuer angebracht. Auch dieser hat natürlich eine Richtcharakteristik, die in dem Sinne selektiv ist dass die meiste Energie in einem Raumwinkel ausgestrahlt wird, der kleiner ist je nachdem die Frequenz höher liegt; dies wird jedoch erst bei viel höheren Frequenzen störend als bei dem Trichter und ausserdem fallen beide Richtcharakteristiken ueber einander. Das Ereignis ist denn auch eine sehr grosse Verbesserung, was besonders auffaellt, wenn waehrend der Reproduktion der kleine Lautsprecher mit eingeschaltet wird.

Die Impedanz des 10 Watt Lautsprechers ist in Abb. 2 wiedergegeben worden, sie wurde auf dieselbe Weise wie in Abb. 1 gemessen.

Dadurch dass wir den 10 Watt Lautsprecher nur fuer hohen Töne verwenden, gibt es keine Störung durch seine Resonanzpegel bei 60 Hz. In Abb. 3 ist angegeben, wie die 2 Lautsprecher geschaltet sind. Mit Hilfe zweier Tumblerschalter ist erreicht, dass falls erwünscht alle Energie entweder dem kleinen oder dem grossen Lautsprecher zugefuehrt werden kann. Es ist also moeglich schnell hinter einander den Effekt eines Lautsprechers in einem [~] grossen ^{Schallwand} Resonanzbrett, eines expo-

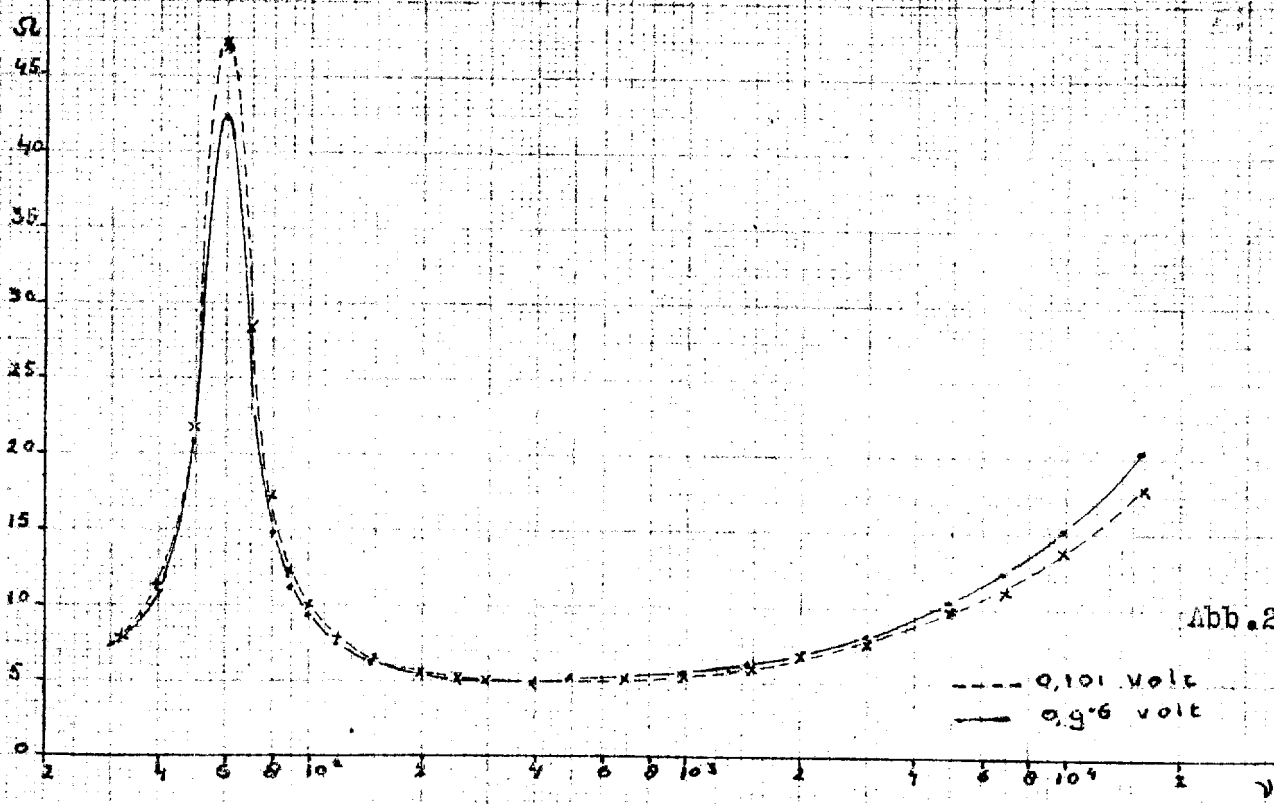


Abb. 2

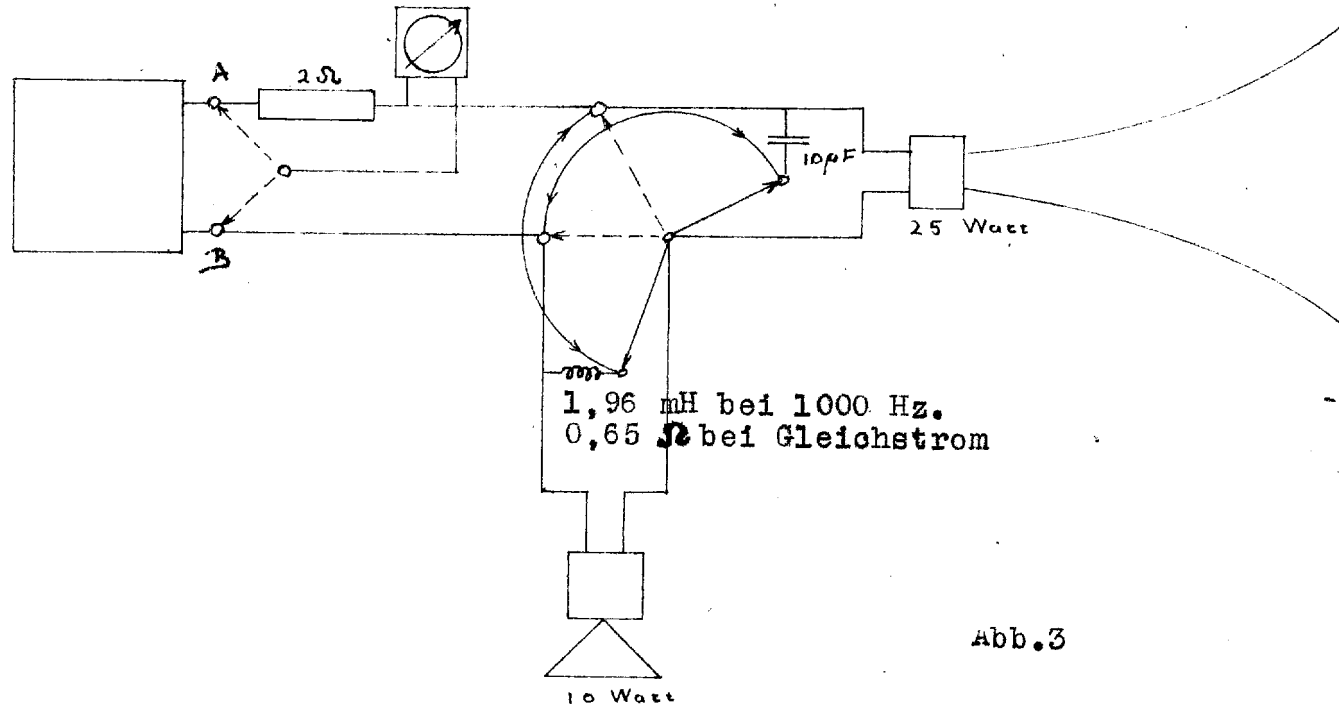


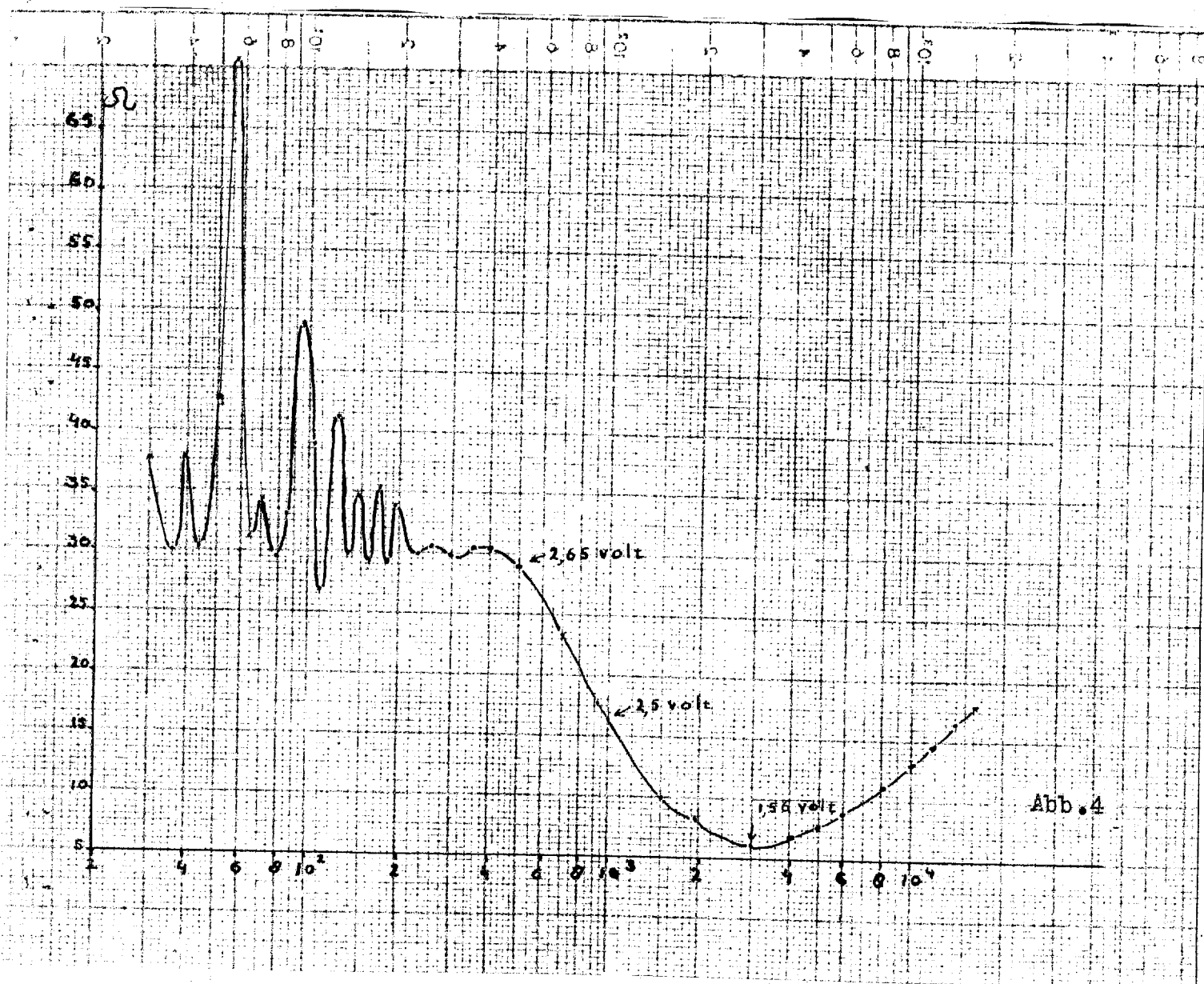
Abb. 3

- 3 -

mentuellen Trichters und einer Kombination der beiden zu beleuchten, wobei der Trichter nur die tiefen Töne und der andere Lautsprecher nur die hohen Töne wiedergibt. Es zeigt sich dass die Kombination weitaus das Beste ist. Darauf folgt der Lautsprecher in "beffle" gesondert, während das Horn allein deutlich nasal klingt.

Wenn wir jetzt den Impedanzverlauf aufnehmen, dann bekommen wir

Abb.4



Trotz der grossen Impedanz-Unterschiede fuer die verschiedenen Frequenzen tritt bei dem verwendeten 24 Watt Philipsverstaerker keine bedeutende Verzerrung auf.

- 4 -

Probeweise wurde ein Resonanzfilter in Serie mit dem Lautsprecher geschaltet, mit dem Zweck das Impedanzminimum bei 3000 Hz. aufzuheben. Da das Minimum jedoch nicht die Form einer Resonanzkurve hat, gelang dies nicht nach Wunsch, ausserdem kommt dann bei 3000 Hz nur 20 % der Spannung auf die Lautsprecher und der Rest auf den Resonanzkreis was eine merkbare Verschlechterung der Wiedergabe mit sich brachte. Darum wurde vorläufig die Schaltung laut Abb. 3 beibehalten.

Die Verwendung zweier Tonquellen auf bestimmten Abstand von einander gibt an sich auch den Vorteil eines mehr räumlichen Eindruckes, als bei einem einzigen Lautsprecher. Unerwarteterweise zeigte sich dies auch von grosser Bedeutung fuer solistische Musik (Geigen solo). Die Erklärung hierfür muss vermutlich in den Reflexionen gesucht werden, die gegen die Hinter- und Seitenwände der Bühne auftreten und wodurch eigentlich die ganze Bühneneröffnung als Tonquelle bei einer Aufführung fungiert und nicht nur das Soloinstrument. Dieser Effekt wird vermutlich weniger stark auftreten je nachdem das betreffende Instrument mehr gerichtet in den Saal hineinstrahlt, wie z.B. bei einer Trompete.

Der in den bisherigen Berichten erwähnte Regelverstärker von Philips wurde der festen Aufstellung auf dem Apparatetisch hinzugefügt; die Lage ist jetzt derartig, dass nach Wunsch der Filter und der Regelverstärker wohl oder nicht mittels 2 Schalter im Gebrauch gestellt werden können, während ein dritter Schalter dazu dient, von Grammophon auf Rundfunk umzuschalten.

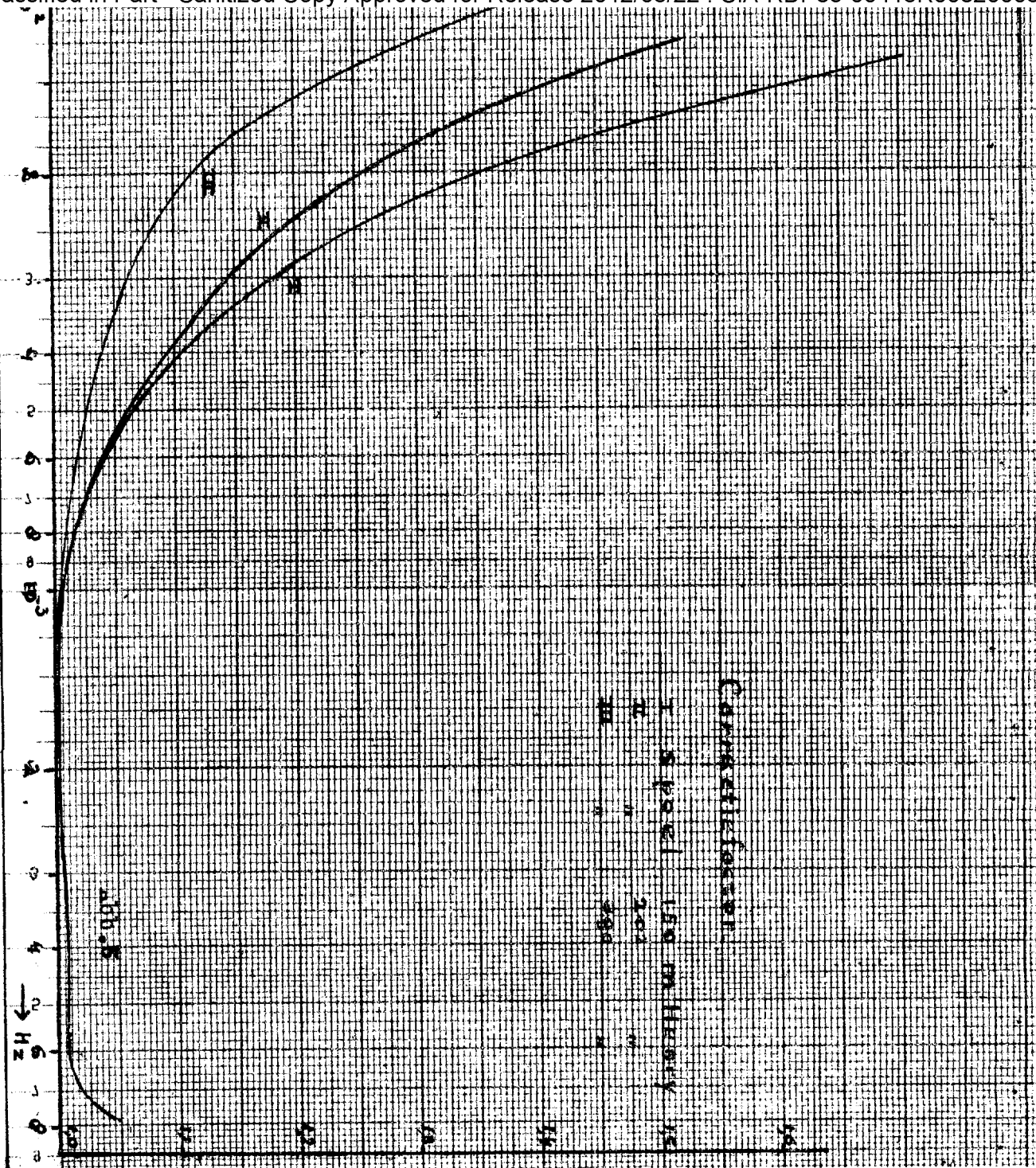
Es war oft aufgefallen, dass sehr starke Stellen bei Grammophonmusik manchmal verzerrt waren. Dies wurde der Schallplatte zugemutet. Beim Abspielen einiger vom Rundfunk hergestellten Frequenzplatten mit konstanter Frequenz war es auffallend, dass eine einzige Frequenz

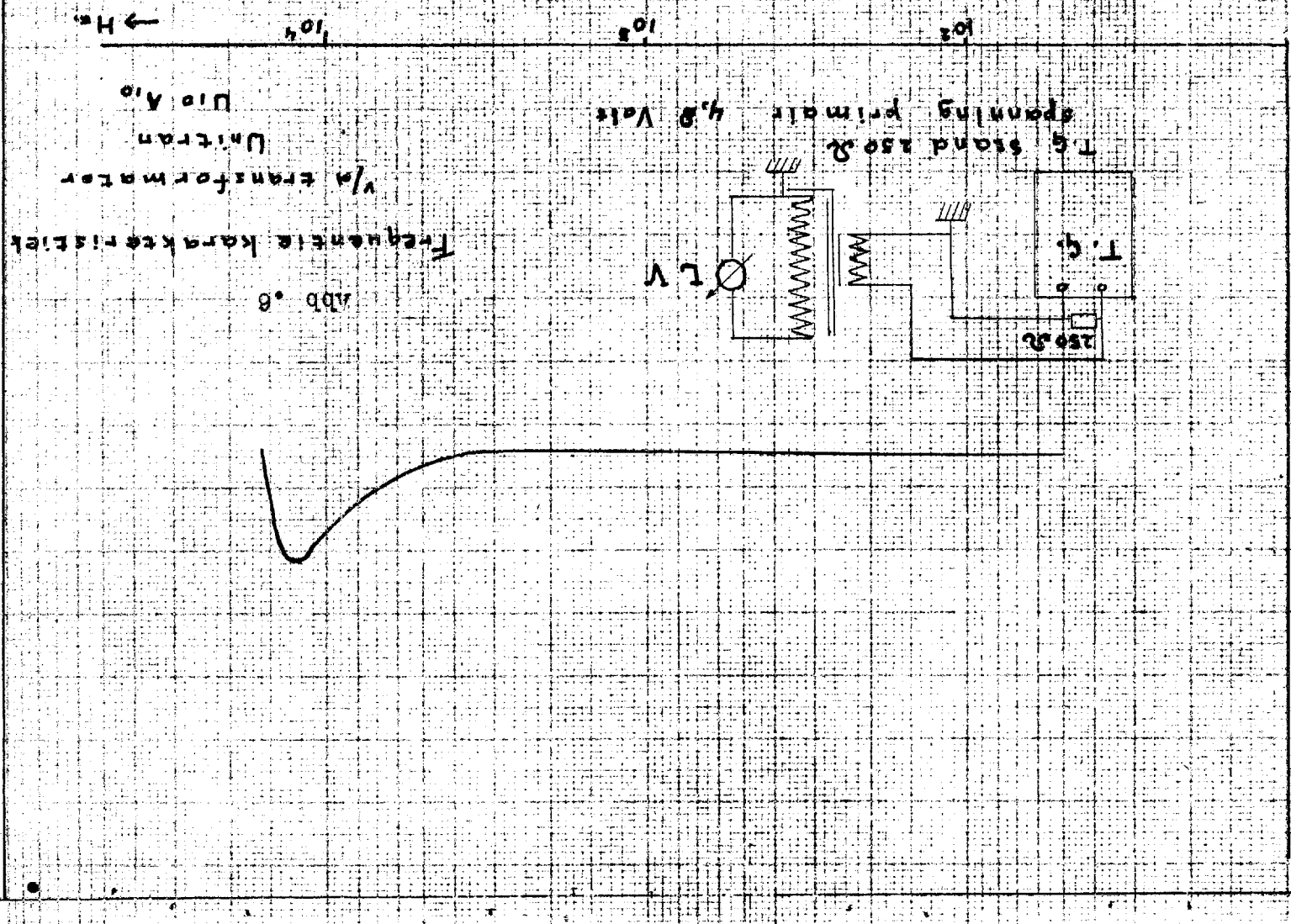
- 8 -

stark verzerrt war. Zur Kontrolle wurde die Rille mit doppelter Frequenz, die sauber klang, mit der halben Geschwindigkeit gedreht; die Verzerrung war dann wieder vorhanden. Da die weitere Installation fuer diese Frequenz in Ordnung ist, muss der Fehler sich im Pick-up befinden. Es scheint wie folgt zu sein: Der Arm des Pick-ups ist bei dieser Frequenz in Torsionsresonanz und der Anker schlaegt dann gegen einen der Polschuhe, als der Ausschlag gross genug ist. Es zeigt sich, dass tatsaechlich die Ankeraufhaengung unseres Exemplares sich nicht genau in der Mitte befindet. Ein geborgtes Exemplar, derselben Sorte, TQ.1001, zeigte diesen Fehler nicht.

II. KLIRRFAKTORMESSUNG.

Der Korrektionsfaktor fuer tiefe Frequenzen wurde bestimmt. Abb. 20 des Berichtes 3 stellte den richtigen Korrektionsfaktor dar, bis zu 200 Hz. Darunter erhoehrte sich der gemessene Korrektionsfaktor nicht so stark, als in dieser Abbildung. Doch ist der Korrektionsfaktor in Gansen unangenehm gross. Wenn wir den variablen Widerstand in R_3 (vergl. Abb. 17 Bericht 3) aufnehmen, dann wird der Korrektionsfaktor schon wesentlich kleiner, dadurch dass dann die Kreisqualitaet von Z_4 zunimmt. Die Impedanz der Bruecke ist dann aber nicht mehr unabhnaengig von der eingestellten Frequenz. auch auf diese Weise war die Kreisqualitaet der verwendeten Torusspule noch zu niedrig. Bei Proben mit flachen Spulen zeigte es sich, dass man nicht viel Hinder von Stoerungsfeldern hatte. Eine Torusspule mit hoeherem Q wickeln waere sehr zeitraubend, deshalb wurde eine neue flache Spule mit hoeherem L und Q gewickelt. Verwendung von Eisen ergibt wegen der grossen Verluste keine bedeutende Erhoehung von Q fuer niedrige Frequenzen, es sei dann dass Eisenpulverkerne gebraucht werden. Diese standen jedoch nicht zur Verfuegung. Wir haben 3 Abweichungen und erreichen als niedrigste





Frequente karakteristiek
 Abb. 8
 1/4 transformator
 Ultran
 Dio Aio

- 6 -

lungsfrequenz 80 Hz., während der Korrektionsfaktor ueber 400 Hz. praktisch ist gleich 1. (vgl. Abb. 5)

Die Werte von R_1 und R_2 (Abb. 17, Bericht 2) sind nun resp. 65 und 195 Ω und die Impedanz der Bruecke im Gleichgewicht variiert von 120 Ω bei 100 Hz. bis 224 Ω bei 8000 Hz.

Die Schaltung des Potentiometers wurde einigermaßen geändert. Wenn der Potentiometer auf null steht, dann hat der variable Kontakt kein Erdpotential. Es zeigte sich jetzt, dass die Kapazität zwischen der primären und sekundären Wicklung des Trennungsebertragers so gross ist, dass man den Röhrenvoltmeter nicht auf Null bekommt.

Darum wird die Schaltung jetzt derartig hergestellt, dass entweder der grobe- oder der feine Teil des Potentiometers durch einen variablen Kontakt abgetestet wird, während der andere Kontakt immer an Erde liegt. Die relative Empfindlichkeit ist jetzt also fuer 1-10 % ebenso gross wie von 10-100 % Klirrfaktor.

Abb. 6 zeigt die Frequenzcharakteristik des Trennungsebertragers. ablesinstrument.

Wenn die Bruecke im Gleichgewicht ist, dann bekommt das Ablesinstrument nur Harmonischen. Die Frage war jetzt: wann ist die Bruecke im Gleichgewicht, wann der lineare Röhrenvoltmeter einen ^{min} maximalen Ausschlag zeigt, oder wenn der Oszillograph ein moeglichst schmales waagerechtes Band zeigt?

Es stellte sich naemlich heraus, dass diese beiden nicht zusammenfielen. Der Röhrenvoltmeter enthaelt einen Gleichrichter. Sowohl der Grundton als die verschiedenen Harmonischen werden also gleichgerichtet und der durchschnittliche Wert dieser gleichgerichteten Spannung ist die Messeranweisung. Der Durchschnitt der Summe ist der Summe der Durchschnittswerte gleich. Hieraus folgt, dass wenn die Brue-

- 7 -

eke fuer eine der Komponenten im Gleichgewicht ist, der Ausschlag des Röhrenvoltmessers ein Minimum zeigen muss. Also: der minimale Ausschlag des Röhrenvoltmessers ist fuer das Brueckengleichgewicht bestimmend und nicht die minimale Hoehe des Oscillographenbildes. (Ueberhaupt ist es bekannt, dass die Ueberlagerung einer Anzahl von Harmonischen wieder die Periodizitaet des nicht vorhandenen Grundtones zeigt.)

Es wurden schon provisorische Messungen mit der Bruecke gemacht, wobei der lineare Röhrenvoltmesser als Indikator verwendet wurde, da der quadratische Messer noch nicht fertiggestellt ist. Die Messungen wurden an 2 Philips Tongeneratoren G.M. 2307 verrichtet. Diese wiesen ziemliche Unterschiede gegeneinander aus. Die Messresultate werden hier noch nicht erwaehnt werden, da sie noch nicht endgueltig sind. Wir warten jetzt auf den quadratischen Messer.

Im Zusammenhang mit dem Bau dieser Messbruecke wurde auch ein Filter untersucht, bestehend aus einer Dreieckschaltung ^{eines} variablen Widerstandes und 2 variablen Kondensatoren, waehrend der Winkelpunkt zwischen den 2 Kondensatoren via eine Spule an Erde lag. Dieses Filter hat bei einer bestimmten Frequenz ~~einer bestimmten Frequenz~~ eine Durchlaessigkeit Null und bei genuegend hoher Kreisqualitaet der Spule ist die Durchlaessigkeit bei der doppelten Frequenz schon wieder konstant. Der Vorteil einer Brueckenschaltung gegenueber ist, dass hier eine durchlaufende Erdleitung vorhanden ist.

Anlaesslich dieses Filters wurde mit einer allgemeinen Untersuchung nach derartigen Filtern angestellt. Das Prinzip ist immer dass durch Umrechnung von Dreieck- in Sternschaltung ein fiktiver frequenz-abhaengiger negativer Widerstand entsteht, der fuer eine Frequenz einem positiven Widerstand in der Schaltung gleich ist. Im obenerwaehnten Falle hebt der negative Widerstand den eigenen Widerstand der Spule auf, wodurch fuer eine Frequenz ein $Q \rightarrow \infty$ erreicht wird.

- 8 -

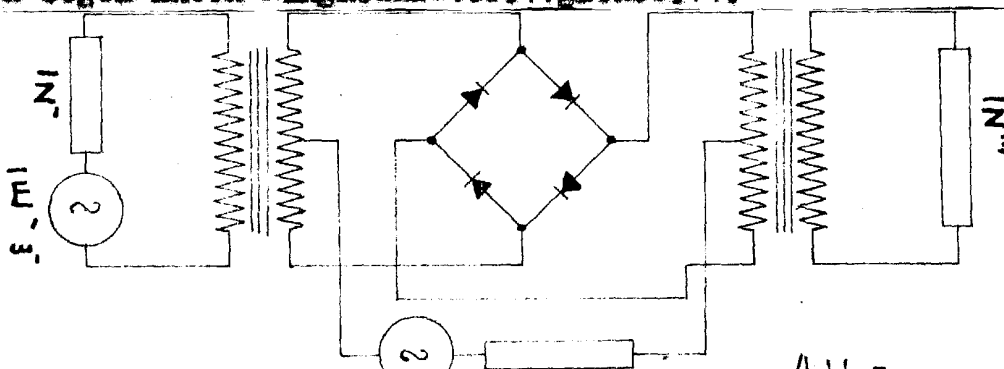
Die Untersuchung ist noch nicht vollstaendig und muss auch noch in eine mehr uebersichtliche Form gebracht werden; aus welchem Grunde wir hierueber nicht weiter berichten.

Da die Messbruecke schon fast fertiggestellt war, ^{zur Zeit} ~~waehrend der~~ Dauer dieser Untersuchung, wurde darum die Brueckenschaltung eingehalten, da diese sich gut bewahrt hatte.

DOPPELTON
 III. ~~ZWEI-TOENEGENERATOR.~~

Mit Hilfe der Klirrfaktormessbruecke konnte die Verzerrung, was die zweite Harmonische betrifft fuer die Haelfte des betreffenden Durchlassigkeitsgebietes gemessen werden, was die dritte Harmonische betrifft bis auf $1/3$ usw. Die Verzerrung fuer hohe Frequenzen ist jedoch auch wichtig wegen der dabei entstandenen Differenztoene, wenn 2 oder mehrere Toene vorhanden sind.

Mit Hilfe der ^{Doppelton-} ~~zwei-~~ ^{toenegenerator} kann man die Verzerrung bis zu den hoechsten Frequenzen messen. Wenn wir jetzt 2 Frequenzen auf den betreffenden Apparat druecken, die konstant z.B. einen Unterschied von 30 Hz. aufweisen, dann werden dieselben Ursachen diese Harmonischen jedes der Toene und zugleichzeitig u.a. einen Differenzton von 30 Hz erzeugen. Wenn wir hinter dem Apparat ein low-pass Filter aufstellen und dahinter einen Messer, dann koennen wir die Staerke dieser 30 Hz-Komponente als Funktion der Frequenz ablesen. Es wurde beschlossen einen derartigen ^{Doppelton} ~~zwei-~~ ^{toenegenerator} zu bauen. Zu diesem Zwecke verwendete man einen sogenannten Ringmodulator. (vgl. Abb. 7).



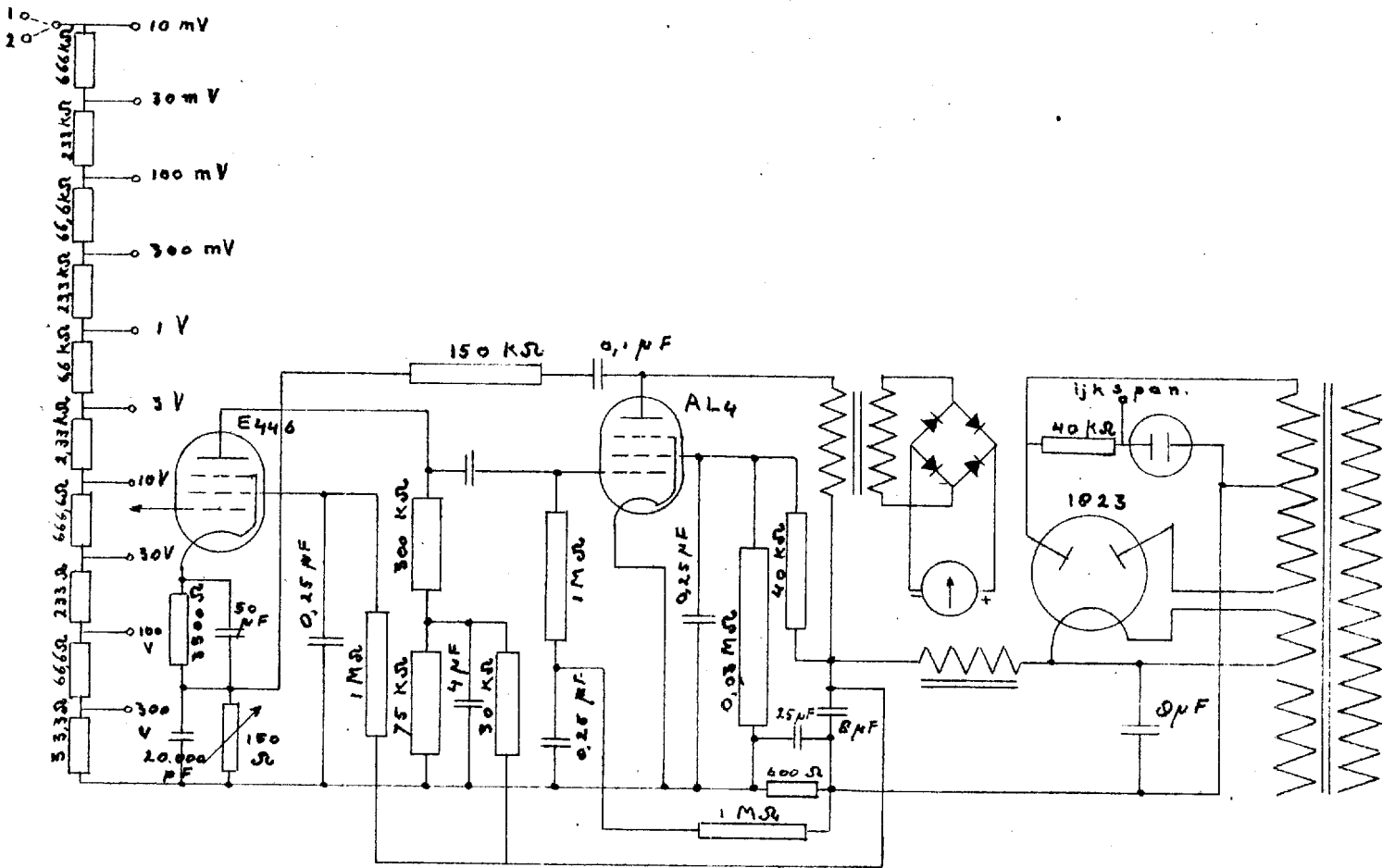


Abb. 8 Thermionischer Voltmeter

- 9 -

Fuer den Gleichrichterteil ist eine Graetz-Zelle von Westinghouse derartig umgebaut, dass von allen vier Gleichrichter-Elemente zwei Anschlusse ausgefuehrt werden, wodurch wir diese statt in der Graetzschaltung in einen Ring setzen koennen. Dadurch dass man ausserdem in Serie mit drei der 4 Elemente Widerstaende schaltete konnte erreicht werden, dass sie alle vier dieselbe Stromspannungscharakteristik haben, was notwendig ist, damit ω_1 und ω_2 nicht in der Ausgangsspannung vorkommen.

Fuer die 15 Hz wird man einen R-C Generator verwenden. Mit der Herstellung dieser Apparate tun/noch/sich/einige Schwierigkeiten vor.

IV. THERMIONISCHER VOLTMESSEK/

Fuer allgemeine Verwendung wurde ein thermionischer Voltmesser gebaut. Der niedrigste Messbereich ist 10 mV, der Hoehste 300 V. Die Frequenzcharakteristik ist ungefaehr gerade von 30-16000 Hz. Die Kontrolle findet mit Hilfe einer Eichspannung statt, die einer Stabilisatorroehre entnommen wird. (Schema Abb. 8).

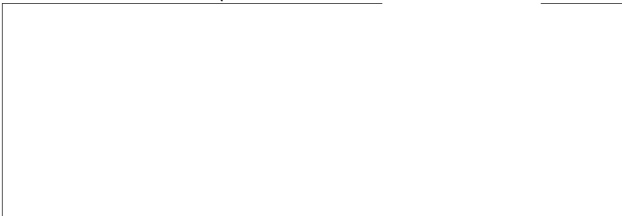
SECRET

SECRET

C

50X1-HUM

SECRET



H

LIGEL

GEGENSTAND: Zulässige Verzerrung bei akustischer
SUBJECT: Wiedergabe.
PERMISSIBLE DISTORTION IN ACOUSTICAL REPRODUCTION.

ENGINEER

NAME:
NAME:

Ing. J. v. d. Eijk.

PLATZ:
PLACE
(SOURCE)

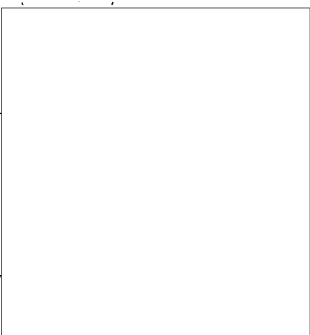
Delft,
Laboratorium voor Technische Physica
ENGINEERING (APPLIED) PHYSICS LABORATORY

BERICHT NR.:
REPORT NO.

5.

ZEITRAUM:
PERIOD:

1 Oktober 1943 - 1 Januar 1944.



50X1-HUM

SECRET

LIGEL

GEGENSTAND: ZULASSIGE VERZERRUNG BEI AKUSTISCHER WIEDERGABE.
SUBJECT:

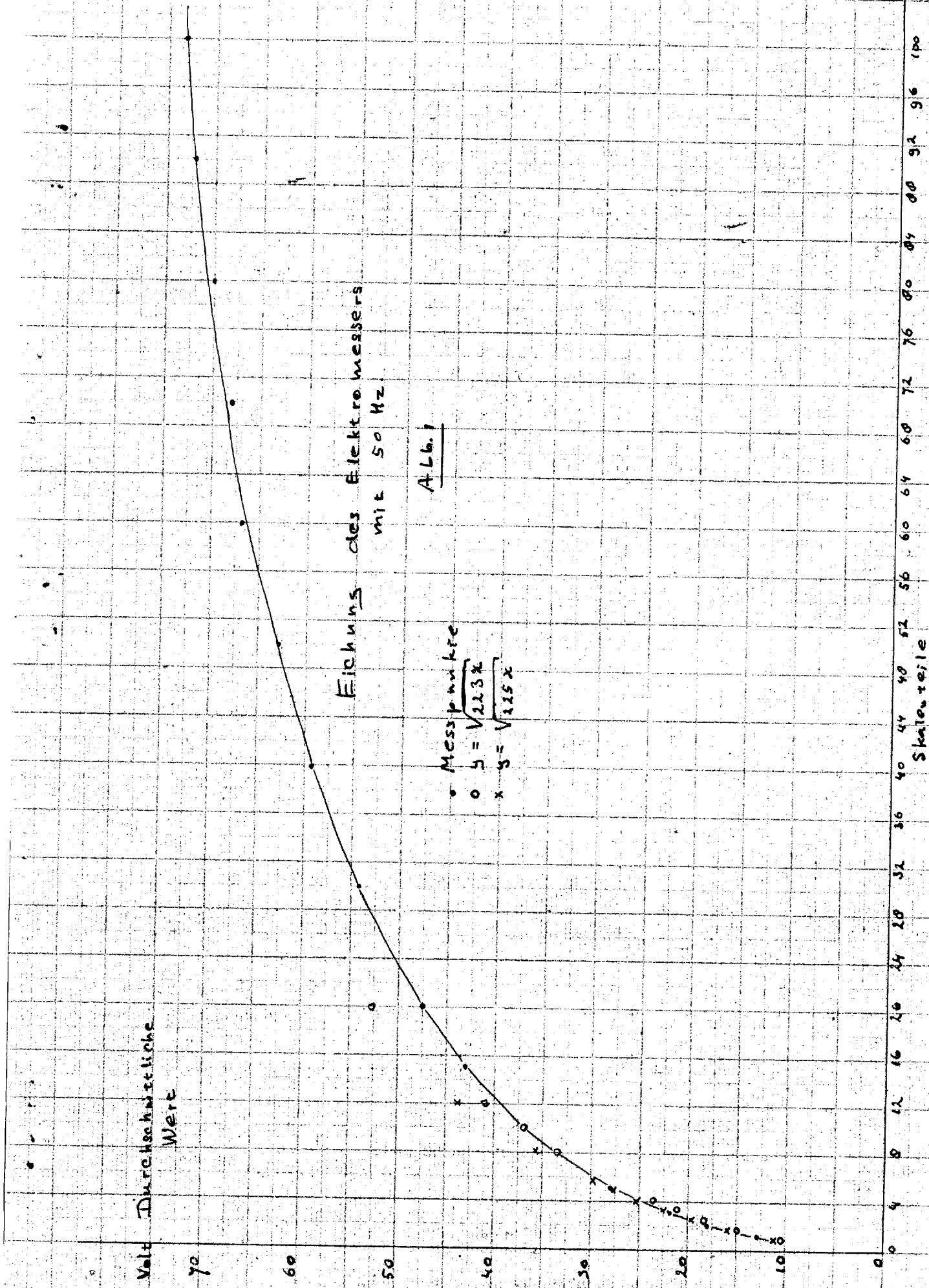
NAME: ING. J. v. d. BIJK.
NAME:

PLATZ: DELFT,
PLACE: LABORATORIUM VOOR TECHNISCHE PHYSICA.
(SOURCE):

BERICHT NR.: 1.
REPORT NO

ZEITRAUM: 1 OKTOBER 1943 - 1 JANUAR 1944.
PERIOD.

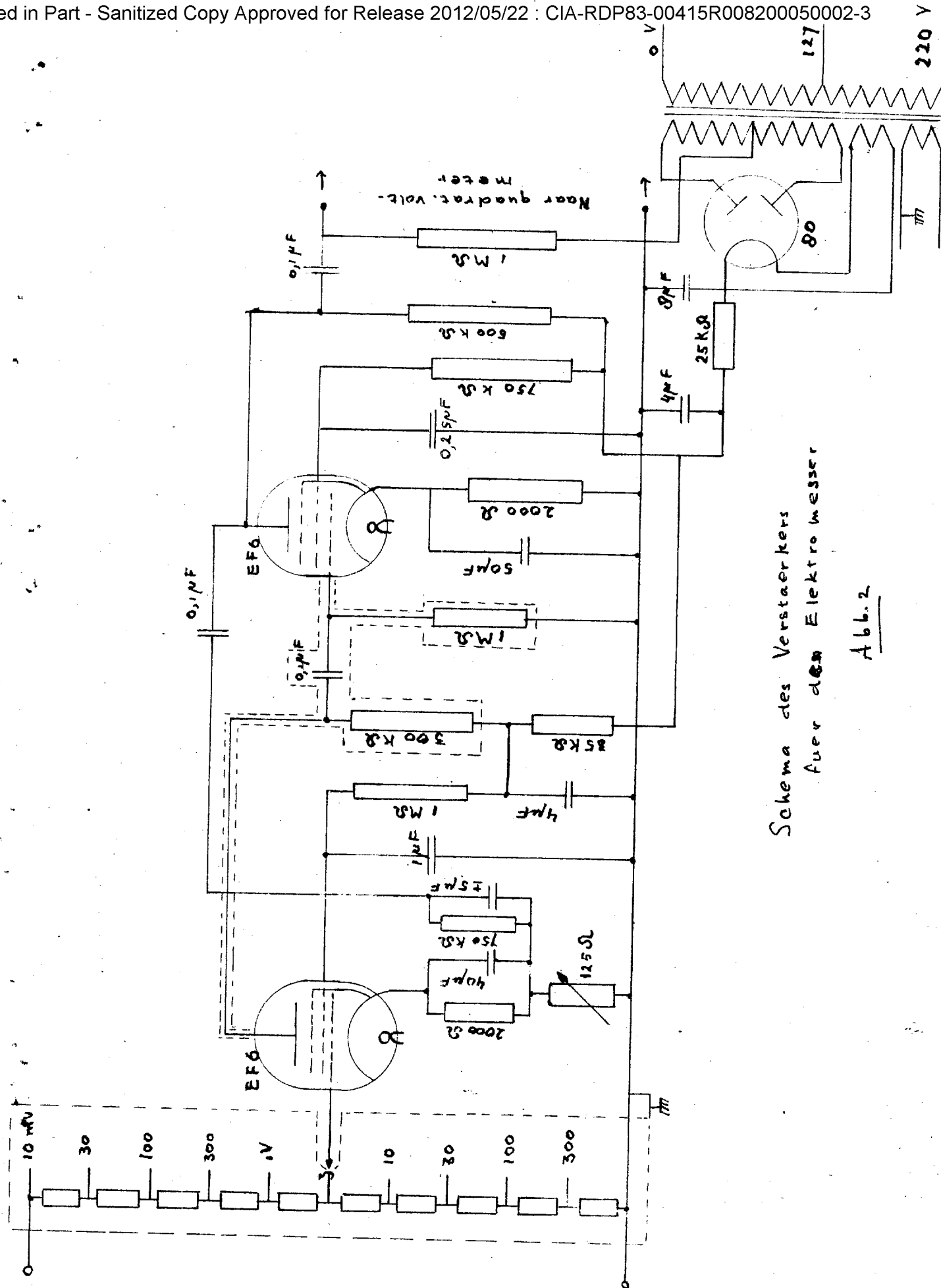
INHALT: I. APPARATUR UEBER DIE KLIRRFAKTORMESSUNG.
CONTENTS II. KLIRRFAKTORMESSUNG.
a. Philips Schwebefrequenzgenerator G.M. 2307.
b. Philips (24 Wattverstärker 2845,
Schwebungsummer



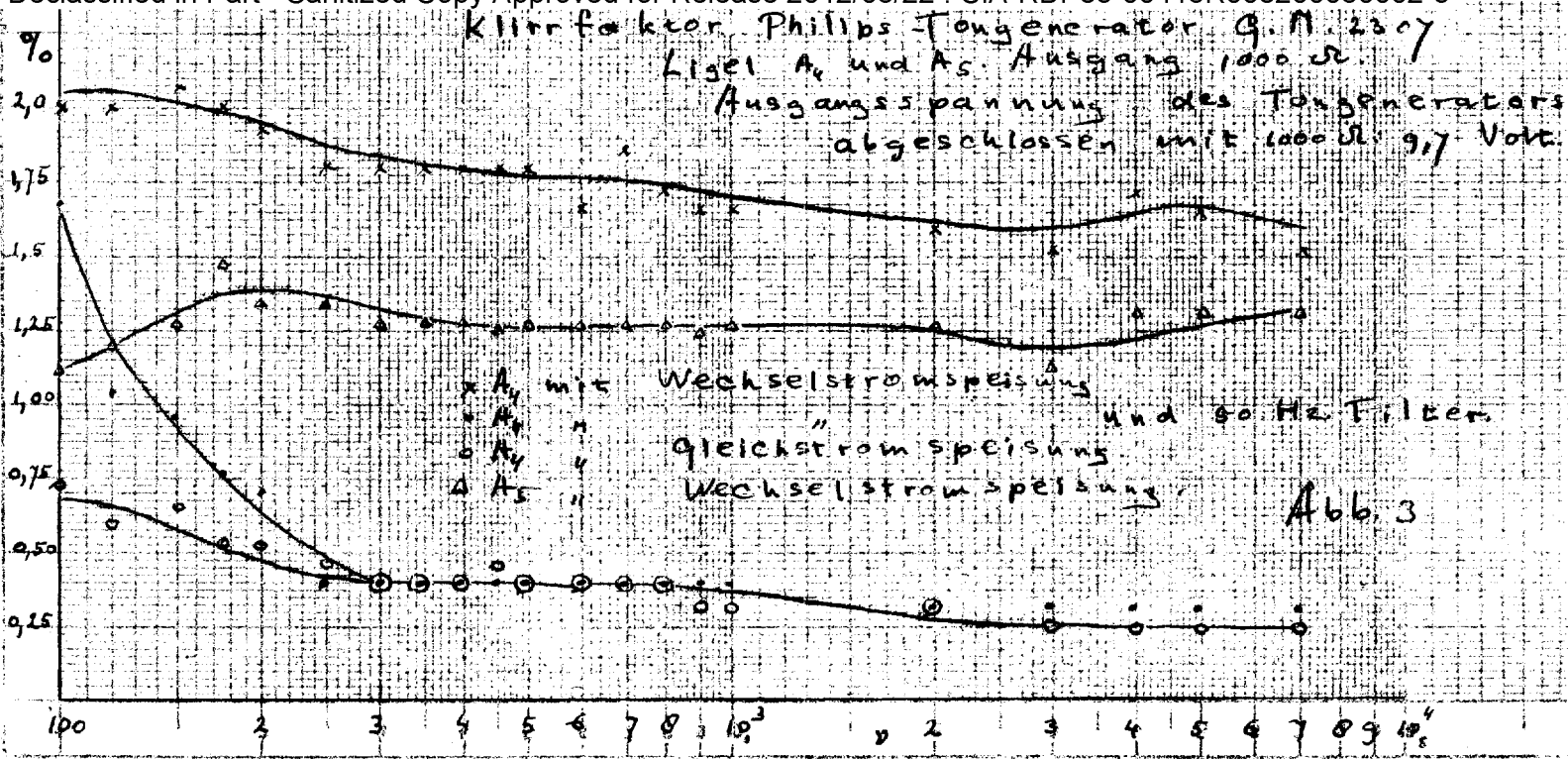
- 1 -

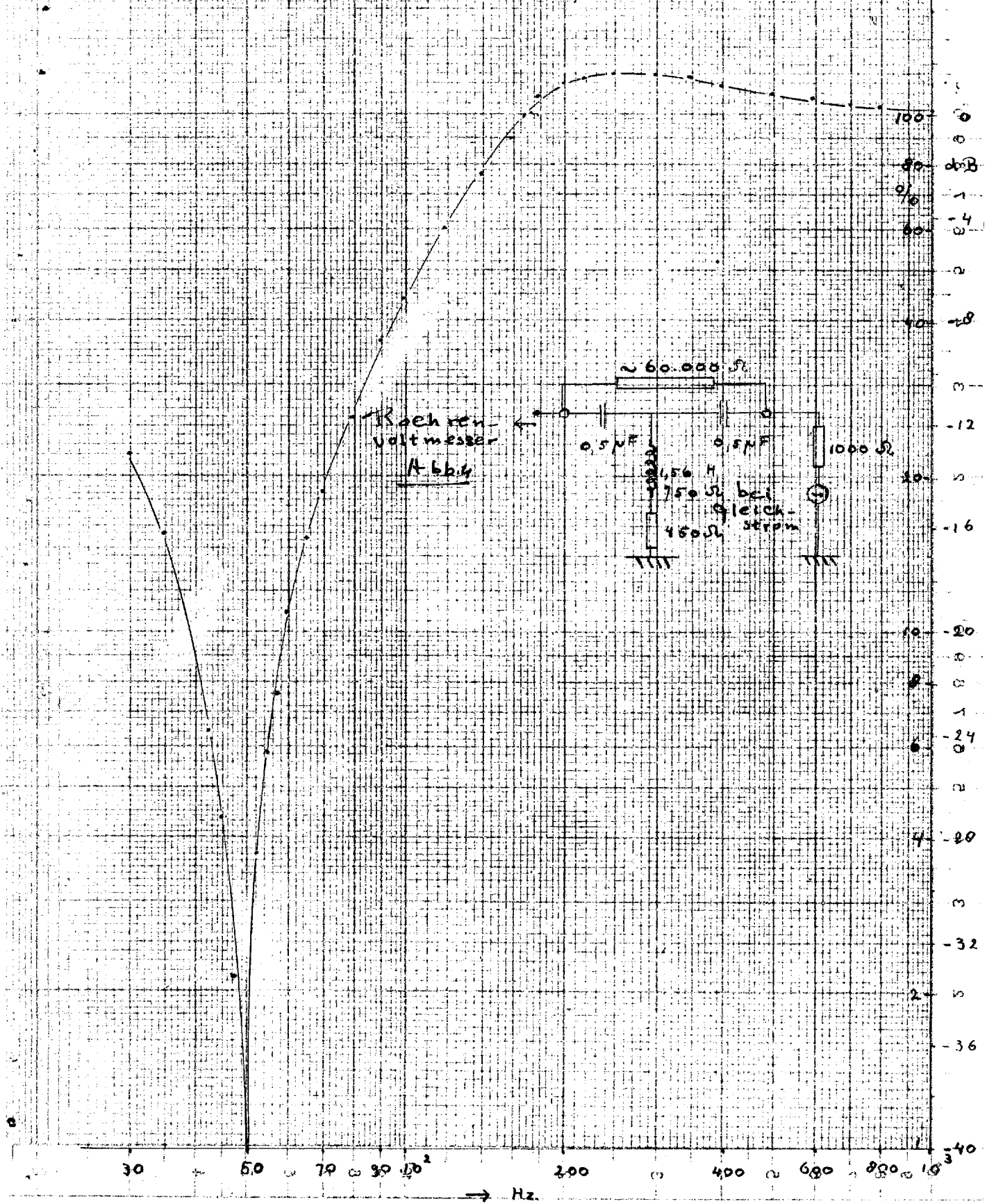
I. APPARATUR FÜR DIE KLIRREAKTORMESSUNG.

Der bei der in früheren Berichten besprochenen Messbrücke gehörende quadratische Röhrenvoltmeter ist fertig gestellt, so dass jetzt die Messapparatur für den Klirrfaktor komplett ist. Der quadratische Röhrenvoltmeter besteht aus einem Elektromesser, vor dem ein gewöhnlicher Spannungsverstärker gesetzt wird. Letztergenannter hat eine lineare Frequenzcharakteristik innerhalb des Gebietes, wofür die Messbrücke geeignet ist, das ist also von 80 Hz. bis zur Gehörgrenze, 16000 Hz. Der Elektromesser wurde mit Hilfe einer variablen Spannung von 50 Hz. geeicht. In Abb. 1 ist die gezeichnete Eichkurve wiedergegeben. Es ist keine Parabel, wie aus der Abbildung ersichtlich ist. Dies ist aber auch nicht notwendig, es kommt nur darauf an, ob die auf die Nadel ausgeübte elektrische Kraft von dem Quadrat der elektrischen Spannung abhängt. Dies haben wir wie folgt kontrolliert: wir schalten zwei Tongeneratoren in Serie mit dem Messinstrument. Einen von denselben lassen wir keinen Output geben, mit dem anderen stellen wir den Ausschlag des Elektromessers auf einen bestimmten Wert, a Skalenteile, ein. Die Spannung, die der Tongenerator dafür abgeben muss, sei x . Wir messen dies mit einem gewöhnlichen Röhrenvoltmeter. Danach stellen wir beide Tongeneratoren (verschiedener Frequenz) auf eine derartige gleiche Spannung ein (y), dass der Elektromesser wieder a Skalenteile anweist. Diese Spannung y muss dann gleich $x/\sqrt{2}$ sein, wenn der Elektromesser quadratisch wirkt. Wenn er mit einer unbekanntem Potenz q wirkt, dann ist $x^q = 2y^q$ aus der q zu lösen ist. Wenn die Tongeneratoren direkt in Serie mit dem Elektromesser geschaltet sind, dann stellt sich heraus, dass $q = 2$; wenn der erwähnte lineare Verstärker zwischengeschaltet ist, dann gilt $q = 2$, solange die abgegebene Spannung und also der Ausschlag des Elektromessers nicht zu gross ist.



Schema des Verstaerkers
 fuer den Elektromesser
 Abb. 2





- 2 -

Abb.2 zeigt das Schema des genannten Verstaerkers.

II. KLIRRFAKTORMESSUNGEN.

a. Philips Schwebtongenerator S. N. 2307.

Schwebungsummer

Es wurde versucht von den sich in unserem Besitze befindlichen Exemplaren Ligel A_4 und A_5 den Klirrfaktor zu messen. Der 1000Ω - Ausgang des Tongenerators wurde an die Bruecke angeschlossen, wobei fuer eine richtige Anpassung Sorge getragen wurde. Der Volumeregler wurde voll aufgedreht, und die abgegebene Spannung ueber 1000Ω war dann 9,7 Volt bei 1000 Hz.

Die Messresultate sind in Abb.3 gezeichnet. Der Tongenerator A_4 ist derartig abgeandert worden, dass er falls erwuenscht mit Gleichspannung betrieben werden kann, wodurch das Brummen verschwindet. Die Messresultate von A_4 mit und A_5 mit Wechselstrom betrieben, sind betreffs des Klirrfaktors wertlos: das Brummen ist staerker als die Harmonischen. Wenn wir hinter der Bruecke ein Brummfilter anwenden, dann messen wir wohl den richtigen Wert des Klirrfaktors (siehe Abb.3), d.h. wenigstens: bis ca. 200 Hz. Davunter laesst das Filter die Harmonischen leichter als den Grundton durch, sodass wir einen zu hohen Wert fuer den Klirrfaktor finden.

Die Frequenzcharakteristik fuer das betreffende Filter ist aus Abb.4 ersichtlich.

b. Philips 24 Wattverstaerker 2843.

Bei diesen Messungen wurde der erste Mikrofonanschluss mit dem Abschwecher des Philipstongenerators verbunden, der mit Gleichspannung gespeist wurde. Die Eingangsspannung war hoechstens 1,1 mV.

Der Ausgang des Verstaerkers wurde auf 20 Volt eingestellt und mit dem dazu gehoerenden vorgeschriebenen Widerstand von 17Ω abgeschlossen.

- 3 -

Wenn wir den Klirrfaktor bei einer bestimmten Frequenz (in unserem Falle 1000 Hz.) als Funktion des Outputs bestimmen wollen, dann koennen wir 3 Wegen folgen:

- 1) Regeln mit dem Endvolumeregler;
- 2) " " " Eingangsvolumeregler;
- 3) " " " Volumeregler des Tongenerators.

Laut dieser 3 Methoden wurde jedesmal 2 mal gemessen. Die Resultate sind aus Abb. 5 ersichtlich. Da die zwei Messserien sich einander nicht bedeutend abweichen, ist in Abb. 5 ihr Durchschnitt gezeichnet. Wir erwarten einen niedrigeren Klirrfaktor nachdem der Output geringer wird. Die Linien in Abb. 5 fallen jedoch nicht ab. Die Ursache ist, dass bei geringem Output das Signal von Nebengerueschen, wie Gebrumm und Geruesch gedrosselt wird.

Deshalb ist es erwuenscht die Messungen mit einem Brummfilter zu wiederholen und noetigenfalls mit einem Low-pass Filter gegen das Geruesch. In jedem Falle stellt sich heraus, dass wenigstens fuer 1000 Hz. bei normalen Energien der Verstaerker $\frac{1}{2}$ -1 % Verzerrung liefert.

50X1-HUM

Page Denied

SECRET

SECRET



50X1-HUM

LIGEL

GEGENSTAND: ZULAESSIGE VERZERRUNG BEI AKUSTISCHER WIEDERGABE.
SUBJECT: PERMISSIBLE DISTORTION IN ACOUSTICAL REPRODUCTION

ENGINEER

NAME:
NAME

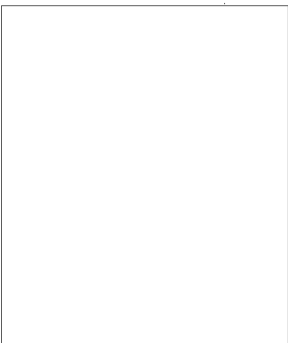
Ir. J. v. d. RIJK.

PLATZ:
PLACE
(SOURCE)

Delft,
LABORATORIUM VOOR TECHNISCHE PHYSICA.
ENGINEERING (APPLIED) PHYSICS LABORATORY

BERICHT NR.: 6.
REPORT NO.

ZEITRAUM: 1 JANUAR 1944 - 1 APRIL 1944
PERIOD



50X1-HUM

SECRET

G-1

BETREFFEN
BETR : ZULÄSSIGE VERZERRUNG BEI AKUSTISCHER WIEDERGABE.
REFERENCE; (PERMISSIBLE DISTORTION IN ACOUSTICAL REPRODUCTION).
OR PERTAINING TO;

ENGINEER
NAMEN : Ing. J.v.d. BIJK.
NAME

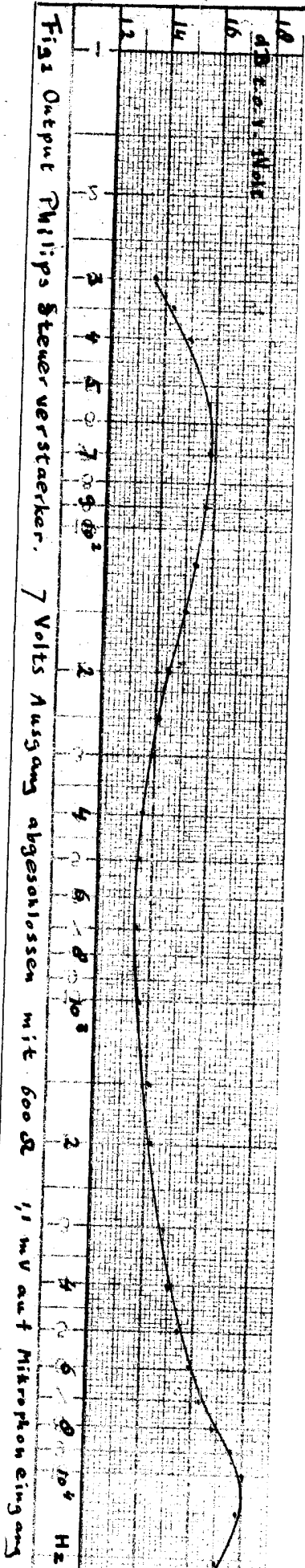
ORT : DELFT, LABORATORIUM FÜR TECHNISCHE PHYSIK.
PLACE;

NR : .A.A.G.
NUMBER

TERMIN: 1 JAN. - 1 APRIL 1944.
(CLOSING DATE
(CONCLUSION)

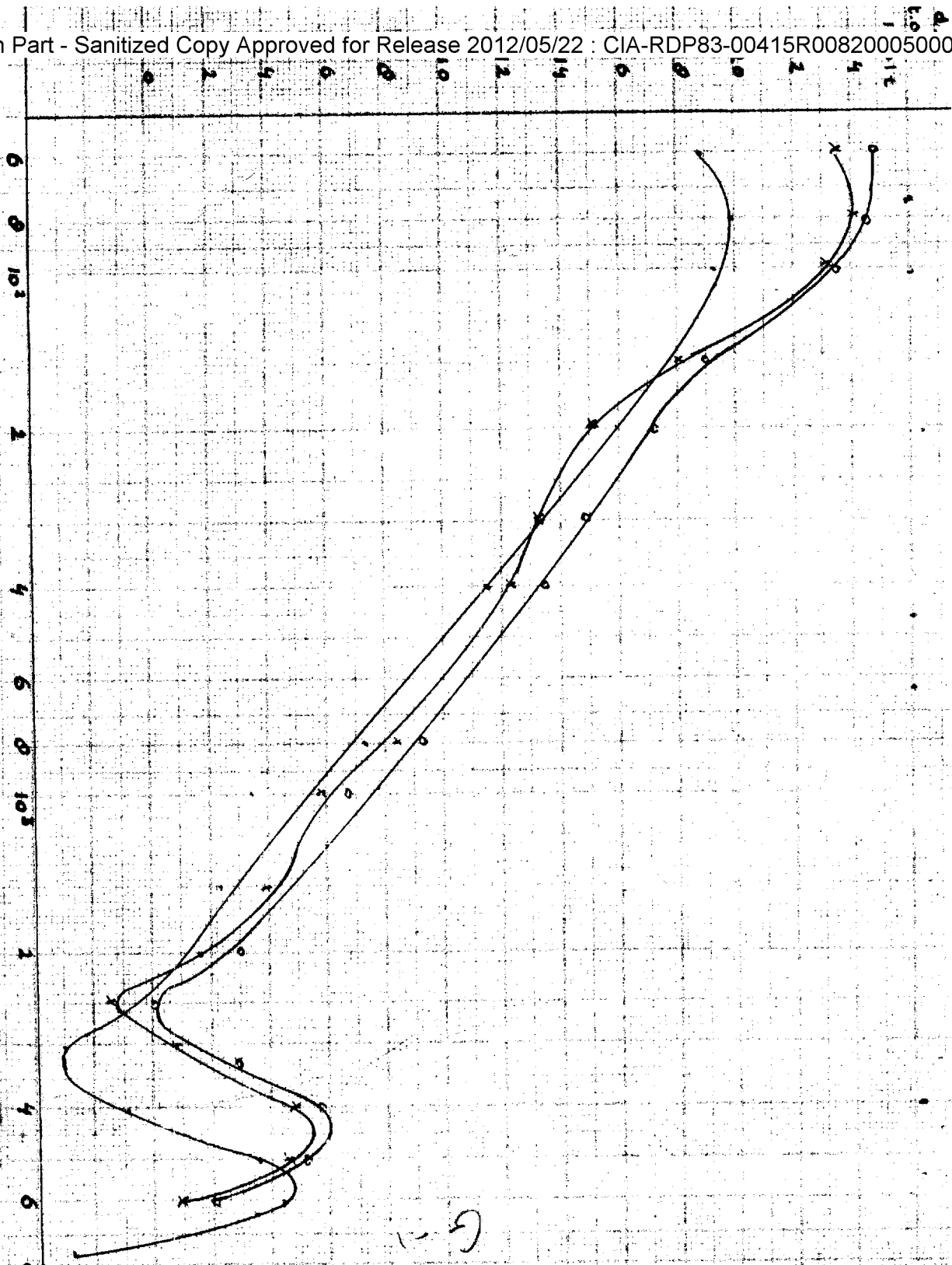
- INHALT: I. FREQUENZCHARAKTERISTIK PHILIPS STEUERVERSTÄRKER.
CONTENTS II. FREQUENZCHARAKTERISTIK TELEFUNKEN KRISTALL-PICK-UP.
III. KLIRRFAKTOR MESSUNGEN AN DEM PHILIPS 24 WATTVER-
STÄRKER 2843.
IV. KLIRRFAKTOR DER TONINSTALLATION.
V. KLIRRFAKTOR EIGENER AUFNAHMEN DER "NEDERLANDSCHE
OMROEP" IN KOMBINATION MIT VERSCHIEDENEN PICK-UPS.
VI. APPARAT FÜR DIE PRODUKTION BEGLEBARER QUADRATISCHER
VERZERRUNG.

DRUCKKREIS WERT



Figs Output Philips Steuerverstärker. 7 Volts Ausgang abgeschlossen mit 600 Ω 1/1 mV auf Mikrofon eingang

Fig. 2
Output Characteristics of a Triode Stage, Indicated by the Solid Lines and the Dotted Lines
of the Output Power, and the Input Power, and the Output Power, and the Input Power, and the Output Power, and the Input Power.



FREQUENZCHARAKTERISTIK PHILIPS STEUERVERSTÄRKER.

1) Für verschiedene vorkommende Messungen ist ein linearer Spannungsverstärker nötig. In dem Laboratorium war ein Philips steuerverstärker (nr. 2845) verfügbar. Um zu wissen in wieweit dieser für den beabsichtigten Zweck brauchbar war, wurde die Frequenzcharakteristik des Mikrophoneinganges aufgenommen, siehe Abb. 1.

Wir sehen, dass der Verstärker zwischen 30 und 16000 Hz. gerade ist innerhalb $\frac{1}{2}$ dB. Für viele Fälle genügt das; nötigenfalls können die Messungen noch an Hand dieser Frequenzcharakteristik korrigiert werden.

FREQUENZCHARAKTERISTIK TELEFUNKEN KRISTALL-PICK-UPS

2) Behufs der Schallplattenwiedergabe wurde ein Telefunken Kristall-Pick-up angeschafft. Mit Hilfe der Telefunkenfrequenzplatte wurde die Frequenzcharakteristik aufgenommen. Der Pick-up war hierbei mit dem Eingang des Philips Thermionischen Voltmessers, d.h. mit za. 1 abgeschlossen.

In Abb. 2 sind die erhaltenen Resultate angegeben. Die kleinen Kreise haben Bezug auf den Stand in dem der Pick-up schließlich endgültig montiert worden ist, die Kreuzchen auf einen vorherigen Stand wobei der Winkel zwischen den Hillen und der Senkrechte auf der Fläche, in der die Nadel sich bewegt, auf der ungünstigsten Stelle zu gross wurde.

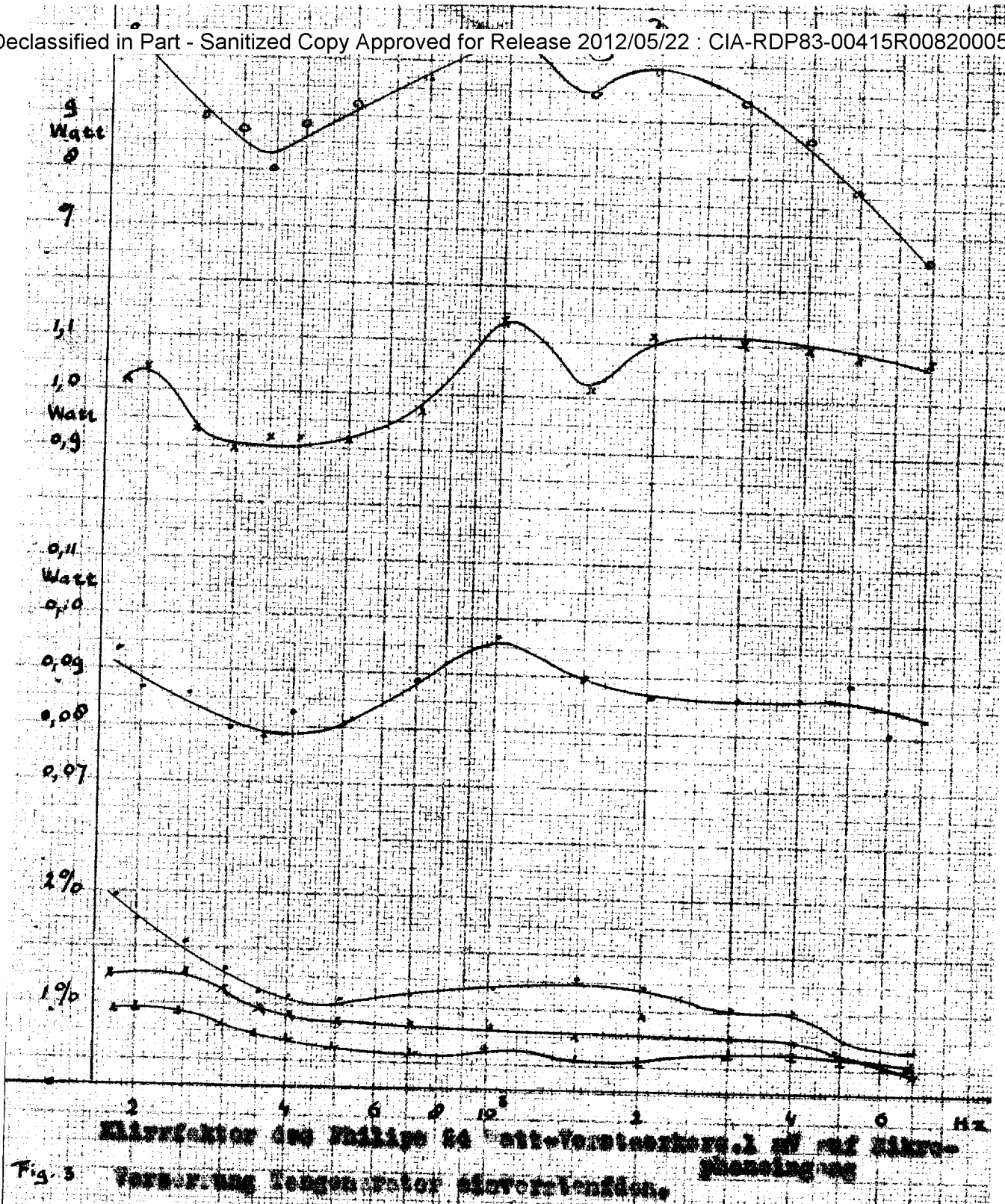
Die Charakteristik eines anderen Exemplars, in privatem Besitz ist mit Punkten angegeben, welche Charakteristik aus der Hand aufgenommen ist, also mit nicht-festmontiertem Pick-up, demzufolge liegen die Messpunkte etwas unregelmässig.

Der Punkt bei 7000 Hz. wurde erhalten dadurch, dass man die Rille für 6000 Hz. verwendete, aber dabei liess man den Drehtisch schneller laufen wobei der dementsprechenden Änderung der Geschwindigkeitsamplitude Rechnung getragen wurde. Wir sehen dass das Output von 60 bis zu 3000 Hz. ziemlich linear abfällt, wonach ein Resonanzpegel auftritt bei ca 4500 Hz. (ungefähr 6 dB.). Wir können auch sagen: das Output fällt linear von 60- bis auf 2000 Hz. und ist dann innerhalb ± 3 dB. konstant bis 6000 Hz., wonach das Output schnell abfällt. Ein Tonkorrektionsfilter für dieses Filter wird hergestellt.

KLIRRFAKTORMESSUNGEN AN DEM PHILIPS 24 WATTVERSTÄRKER 2843.

- 3) Der vorige Bericht schliesst mit der Bemerkung, dass es erwünscht ist die Klirrfaktormessungen an diesem Verstärker unter Verwendung eines Brummfilters zu wiederholen. Zu diesem Zwecke wurde das in demselben Bericht schon erwähnte R-C Filter gebraucht, dessen Frequenzcharakteristik in Abb. 4 angegeben war.

Der 5 Ω Ausgang des Philipstongenerators G.M. 2307 wird mit einem Potentiometer von 1200 Ω abgeschlossen um die Eingangsspannung auf den 24 Wattverstärker (Mikrophoneingang α ,) auf 1 mV. einstellen zu können. Der 20 Volt "Ausgang" dieses Verstärkers wird mit einem Widerstand von 17 Ω abgeschlossen. Die Spannung über diesen Widerstand wird mit einem Philips thermionischen Voltmesser gemessen, wodurch also das geladete Vermögen bekannt ist. Diese Ausgangsspannung wird an die vorher beschriebene Klirrfaktormessbrücke geführt, wobei der angebaute "Anpassungswiderstand" auf Null gesetzt werden konnte, da die Brücke selbst genügend hochohmig ist in Bezug auf



die 17Ω womit der Verstärker Ausgang abgeschlossen ist.

Nach der Brücke folgt jetzt das genannte 50 Hz. Filter und danach ein thermionischer Röhrenvoltmeter und hierzu parallel ein Kathodestrahloszillograph. Dieser letzte hat den Zweck zu beurteilen ob der Gebrauch des linearen Röhrenvoltmeters zulässig ist also ob eine Harmonische überwiegt.

Leider war die Eingangsimpedanz des 50 Hz. Filters derartig dass die Frequenzcharakteristik der Brücke nicht mehr gerade ist. Demzufolge mussten die Messungen korrigiert werden, was geschah unter der Voraussetzung, dass nur zweite Harmonischen vorhanden waren. In Abb. 3 sind die Ergebnisse gezeichnet.

Bei diesen Messungen stand der Regler für den Mikrophoneingang ganz offen. Die 3 verschiedenen Energiestufen wurden mit Hilfe des Endvolumenreglers eingestellt.

Die Verzerrung kommt nicht unter $\frac{1}{2}\%$. Für Musikwiedergabe ist der Verstärker sehr gut, aber für die Messungen der eben hörbaren Verzerrung bei einfachen Tönen ist er kaum brauchbar. Hierbei muss jedoch bemerkt werden, dass die Verzerrung, die der Tongenerator liefert, ^{sich} auch einem halben Prozent nähert.

(Voriger Bericht Abb. 3.)

KLIRRFAKTOR DER TONINSTALLATION.

- 4) Es wurde versucht den Klirrfaktor des 24 Wattverstärkers zu bestimmen in Kombination mit dem exponentiellen Horn für tiefen Töne und dem Hochtonlautsprecher.

Die Tonstärke wurde mit Hilfe eines Sound Level Messers der General Radio gemessen.

(5

Eine Stufe von 70 dB. wurde eingestellt an der Stelle des (an einer langen Schnur befestigten) Messmikrophons. Dicht an diesem Mikrophon wurde ein Philips Dynamisches Mikrophon angebracht. Die von diesem Mikrophon abgegebene Spannung wurde via den Philipssteuerverstärker an die Klirrfaktormessbrücke geleitet. Die Stärke störender Töne war jedoch so gross, dass die Messungen sehr schwierig waren. Demzufolge waren die Resultate nicht ganz genau. Das einzige was wir sagen konnten war, dass bei 70 dB. an der Stelle des Messmikrophons des Sonometers der Klirrfaktor bei

2000 Hz. \leq 0.8 %

1000 Hz. \leq 1.2 %

500 Hz. \leq 2.0 %

Später verfügten wir zeitweilig über ein General Radio Wave Analyser. Mit diesem konnten wir viel besser als mit der Klirrfaktormessbrücke arbeiten, da Störungsgeräusche jetzt keinen Einfluss mehr haben. Trotzdem sind auch jetzt die Messresultate wenig besagend, der Klirrfaktor als Funktion der Frequenz verläuft sehr unregelmässig. Die Ursache ist, dass die Wände des Dachbodens soviel Schall reflektieren, dass wir eine grosse Störung von stehenden Wellen erfahren, obschon das Mikrophon doch ziemlich dicht an der Lautsprecherkombination stand. Wir können wohl sagen dass die Verzerrung kleiner ist als die oben erwähnten Zahlen.

54

KLIRREKTOR EIGENER AUFNAHMEN DER "NEDERLANDSCHE
OMROEP" (HILVERSUM) IN KOMBINATION MIT VERSCHIEDENEN
PICK-UPS.

- 5) Mit der Installation, die für das Schneiden von Schallplatten bei dem "Nederlandsche Omroep" verwendet wird wurden 2 Frequenzplatten geschnitten. Mit einem Tongenerator wurde ein Tonkonstanter Frequenz dem Schneidgerät zugeleitet. Es wurden Frequenzen zwischen 40 und 8000 Hz. geschnitten. Es wurde eine Platte mit normaler Eingangsspannung der Apparatur geschnitten, eine zweite mit einer Eingangsspannung mit einer hohen Tonstufe übereinstimmend. Die Verzerrung des Tongenerators ist nicht bekannt.

Die Platten wurden nun mit einem Pick-up abgespielt der direkt auf das General Radio Wave Analyser angeschlossen war mit Hilfe dessen jetzt die Ausgangsspannung des 1. en., 2. en. und 3. en. Teiltones bestimmt wurde.

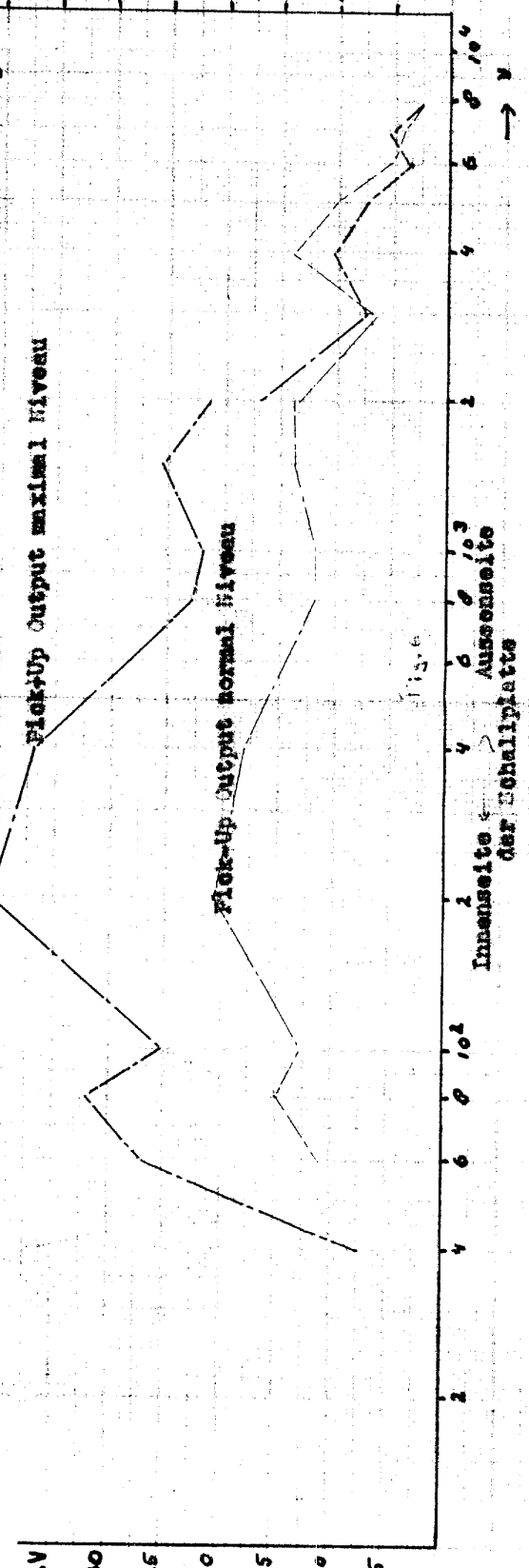
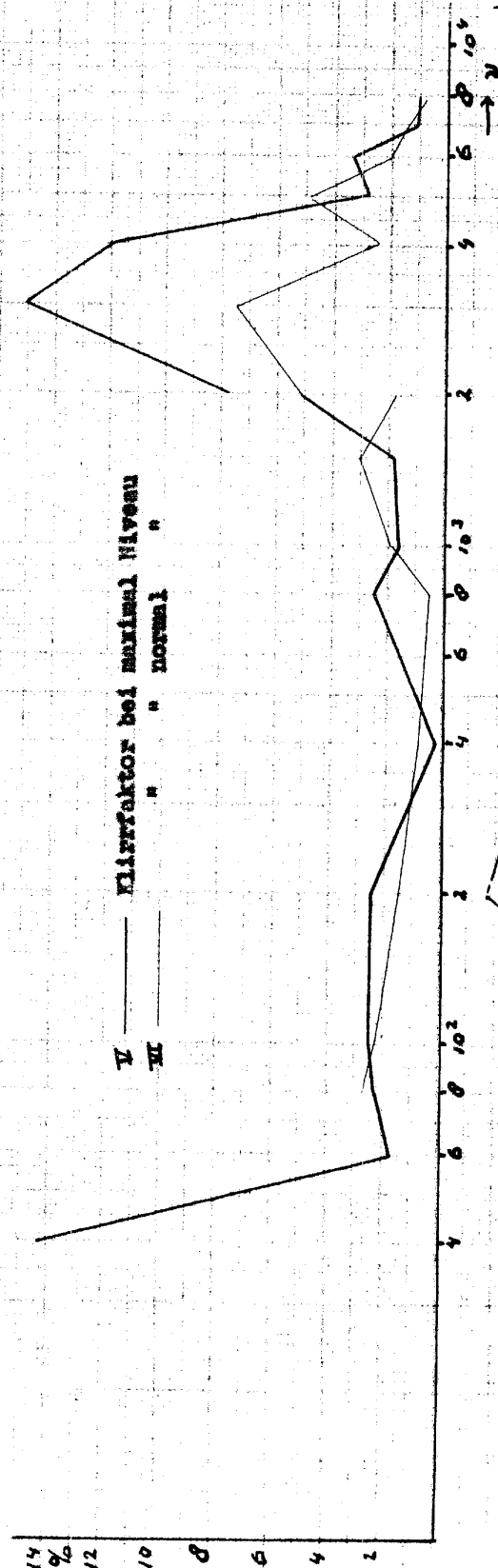
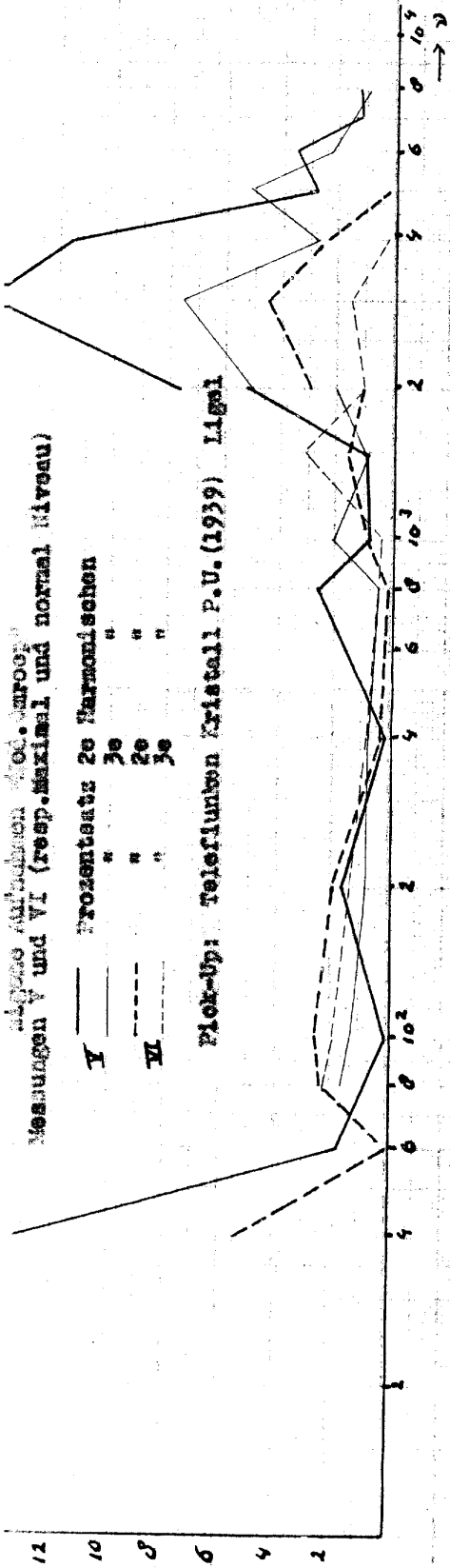
Ab und zu waren auch höhere Teiltöne noch messbar. Aus den Abbildungen 4 bis einschliesslich 7 sind die Messresultate ersichtlich. Höhere als 3. Teiltöne sind nicht gezeichnet worden, der Klirrfaktor wurde jedoch aus allen gemessenen Teiltönen zusammengestellt. Im allgemeinen kann man den Einfluss höherer Teiltöne auf den Klirrfaktor jedoch vernachlässigen. Vollständigkeitshalber sei erwähnt dass die gebrauchte Definition des Klirrfaktors hier ist: das Verhältnis der Wurzel aus der Summe der Quadrate, der Amplituden der 2e, 3e usw. Teiltöne in Bezug auf die Amplituden des 1en. Teiltones.

BEST COPY

Available

*THROUGHOUT
FOLDER*

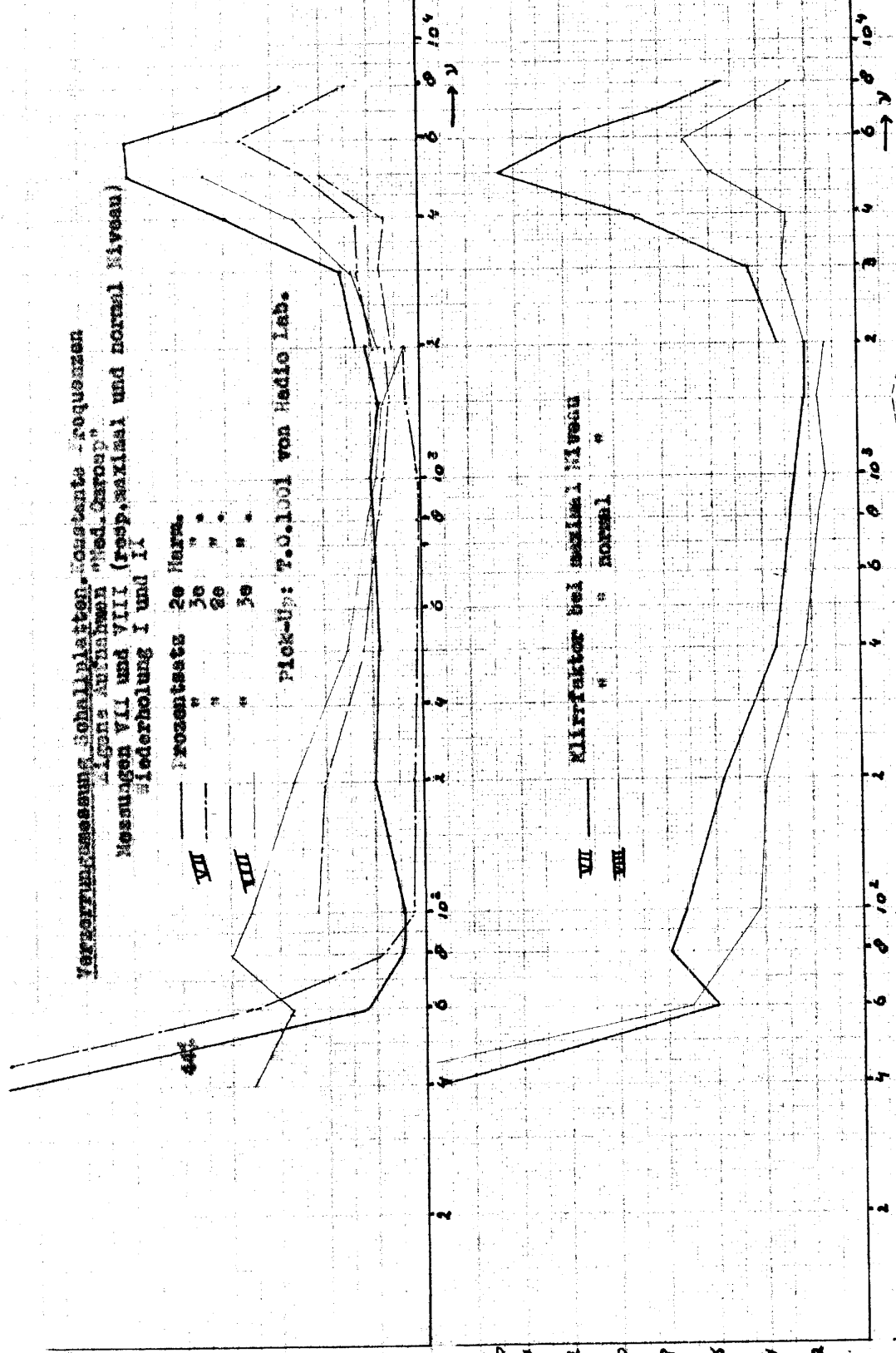
6/24/98



Verzerrungsmaßnahme - Schallplatten - konstante Frequenzen
 Eigene Aufnahme "Med. Group"
 Messungen VII und VIII (resp. maximal und normal Niveau)
 Wiederholung I und II

VII — Prozentsatz 20 Norm.
 " " " 30 " "
 " " " 20 " "
 VIII — " " 30 " "

Pick-Up: T.O.1001 von Radio Lab.



VII — Klirrfaktor bei maximal Niveau
 " " " normal "
 VIII — " " " "

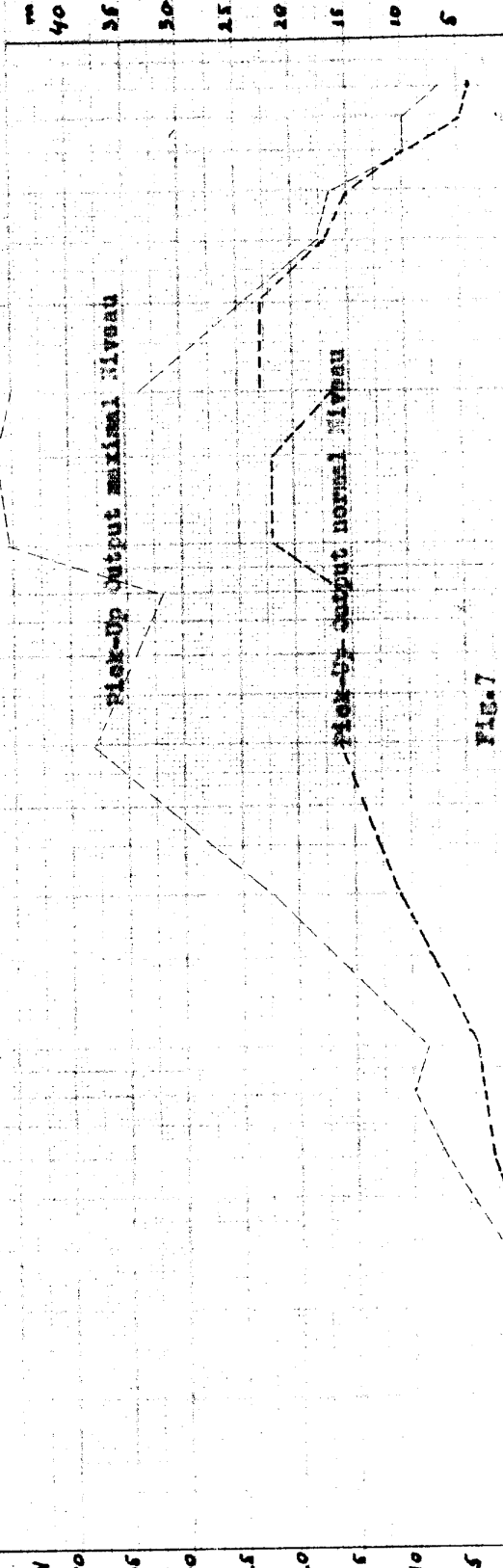


FIG. 7

G 7

Die ersten Messungen (Abb.4) wurden mit den Telefunkens T.O. 1001 magnetischen Pick-up des Radiolaboratoriums gemacht, die zweite Serie mit dem unseres Laboratoriums (Abb.5). Es stellt sich heraus, dass der letzte bei ca 200 Hz. viel Verzerrung zeigt, was auch schon bekannt war. Die vermutliche Ursache ist eine unsymmetrische Montage des Ankers zusammen mit einer Torsionsresonanz des Pick-up Arms. Die unsymmetrische Montage kommt auch hierin zum Ausdruck, dass das Überwiegen des Dritten Teiltones (was wir bei einem symmetrischen System erwarten) nicht so deutlich auftritt als bei dem Exemplar des Radiolaboratoriums.

Die dritte Serie von Messungen wurde mit einem Telefunkens Kristall-Pick-up gemacht. Siehe Abb. 6. Die 2e. und 3e. Teiltöne sind hier ungefähr gleich stark. Die Verzerrung ist zwischen 60 und 8000 Hz. sehr niedrig. Im Zusammenhang mit den vorigen 2 Messungen, die an den selben Platten gemacht wurden, können wir also konkludieren, dass was die Verzerrung betrifft, der Kristall-Pick-up besser als der electro-magnetische ist. Und ausserdem dass die Platte selbst wenig Verzerrung enthält.

Schliesslich ist die erste Serie der Messungen noch einmal wiederholt wurden um nach zu gehen welchen Einfluss das Abspielen auf die Verzerrung und die Wiedergabecharakteristik dieser Eigenaufnahmen gehabt hat. Wir sehen dass die Änderungen nicht gross sind (Abb.7).

Weitere Folgerungen wurden wir vorsichtigerhalber noch nicht aus diesen Messungen ableiten. Der Zweck war mehr einen Eindruck zu bekommen.

5 0

APPARAT FÜR DIE PRODUKTION BEGLEBARER QUADRATISCHER
VERZERUNG.

6) Dieser Apparat worüber in vorigen Berichten schon geschrieben wurde ist jetzt fast fertig. In Abb. 8 ist das Schema angegeben.

In Bericht 3 Abb. 16 (Lichtdruck noch nicht fertig; erscheint im nächsten Bericht) wurde eine Prinzipskizze des Apparats angegeben. Wie sich aus Abb. 8 in diesem Bericht ergibt, hat sich in der praktischen Ausführung etwas geändert.

Um die beiden Gitter der Doppeltriode mit entgegengesetzter Spannung zu versehen hat man keinen Bilanztransformator verwendet, da dieser viele Schwierigkeiten verursachte, wa. mit der Frequenzcharakteristik. Zu diesem Zwecke hat man jetzt eine Phase-Umkehrrohre verwendet, welche befriedigt.

Die Mischung unverzerrten Signals mit quadratischer Verzerrung findet mit einer einfachen Mischschaltung statt, welche aus Widerständen besteht, und nicht mit Hilfe eines Bilanztransformators. Es stellte sich nämlich heraus, dass der zur Verfügung stehende Transformator nicht geeignet war, während die einfache Mischung tatsächlich keine Nachteile zeigte, sodass die Wicklung eines geeigneten Bilanztransformators verlorene Mühe sein würde.

Weiter ist der Verstärkerteil des nicht linearen Zweiges weggelassen. Bezweckt wird, dass der Apparat eine Eingangsspannung von ca. 1 Volt bekommt, die durch einen losen Vorverstärker geliefert werden muss. Um dafür zu sorgen, dass die Ventilrohre in dem linearen Kanal nun nicht zuviel Spannung

69

bekommt, ist ein Potentiometer über den Eingang angebracht.

Die negative Gitterspannung auf beiden Hälften der Doppeltriode 53 kann gleichzeitig mit Hilfe eines Potentiometers geregelt werden, während dann noch eine der beiden Gitter separat geregelt werden kann um den Grundton selbständig zu löschen.

Für diese Gitterspannung braucht praktisch kein Strom durch die Gleichrichterröhre geliefert zu werden; man konnte dann auch mit einer A 415, deren Glühspannung auf fast die Hälfte des normalen Werts genommen werden konnte (lange Lebensdauer) auskommen.

Der Kurzschlusschalter (Druckknopf) macht es möglich abwechselnd verzerrt und nicht verzerrte Töne zu hören. Bezweckt wird diesen Kurzschluss auch zu automatisieren, sodass der Beobachter nicht wissen wird ob in einem bestimmten Augenblick Verzerrung beigemischt ist oder nicht.

Der Eingangspotentiometer des linearen Kanals wird jetzt so eingestellt, dass bei 1 Volt Eingangsspannung auch die Ausgangsspannung (unverzerrt) 1 Volt ist. Der Ausgangspotentiometer ist dann in %-ige Verzerrung zu eichen. Die Einrichtung ist nun so, dass in Stufen von $\frac{1}{4}$ % von 0 bis 9.75 % geregelt werden kann. Wenn wir mehr Verzerrung haben wollen dann reduzieren wir mit Hilfe des Eingangspotentiometers des linearen Kanals die Spannung des unverzerrten Signals, z.B. bis auf die Hälfte, in welchen Fälle die Skala von 0 bis 10% läuft, mit Stufen von $\frac{1}{2}$ %. Der lineare Zweig selbst hat bei 50 Hz. und 1 Volt Ausgangsspannung eine

5 1
Prozentsatz schnell ab. Bei 100 Hz. haben wir $\frac{1}{2}$ %. Bei dem verwendeten Tongenerator, der offenbar eine Verzerrung hat, die in Gegenphase ist mit der welche der lineare Zweig selbst produziert, fällt die totale Verzerrung bis auf 0,1 % bei 400 Hz. und 0,03 % von 1000 bis 4000 Hz., wonach wieder eine Steigerung auftritt. Jedenfalls ist das viel weniger als hörbar.

Die Frequenzcharakteristik des linearen Zweiges ist zwischen 50 und 15000 Hz. gerade innerhalb $\frac{1}{2}$ dB.

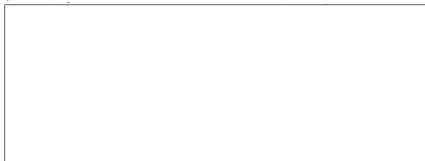
Die Frequenzcharakteristik des nicht linearen Zweiges ist zwischen 100 und 15000 Hz. (also zwischen 50 und 8000 Hz. auf dem Eingang) ebenfalls innerhalb $\frac{1}{2}$ dB. gerade.

Verläufige Messungen mit einfachen Tönen ergaben Resultate, die ungefähr übereinstimmen mit dem, was uns bekannt ist. Nämlich in dem Gebiet der grössten Gehörschärfe ist der Schwellenwert für die 3e. Teiltöne schon niedrig (ca. 0,7 %). Für höhere und niedrigere Frequenzen steigert sich dieser Betrag bis zu einige Prozente.

Es zeigte sich dass die Bestimmung bei Musikwiedergabe noch viel schwieriger als bei einfachen Tönen war. Jedenfalls stellt es sich heraus, dass eine Verzerrung von einigen Prozenten sicher zulässig ist. Inzwischen sind dies nur sehr provisorische Zahlen. Wir hoffen bald mit mehr ernstlichen Messungen anfangen zu können, sobald Mesemikrophon, und Impulsmesser (für die Eingangsspannung des Apparates für quadratische Verzerrung) fertig gestellt sind.

50X1-HUM

Page Denied



50X1-HUM

SECRET

0 LIGEL

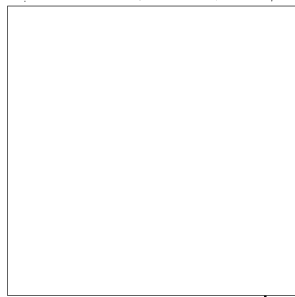
GEGENSTAND: VORBEREITUNGEN FUER TONVARIATIONSMESSUNGEN
SUBJECT PRELIMINARY PREPARATIONS FOR THE MEASUREMENTS
OF TONE VARIATIONS.

NAME: Dr. K. H. J. JONKER.
NAME

PLATZ: N. V. MULTIFILM, KENAUWERK 8, HAARLEM
PLACE (SOURCE)

BERICHT NR.: 2
REPORT NO.

ZEITRAUM: 1 JANUAR 1944 - 1 APRIL 1944
PERIOD



50X1-HUM

SECRET

L I G E L.

Betr.: (PERTAINING TO:)

Vorbereitungen für Tonvariationsmessungen.
PRELIMINARY PREPARATIONS FOR THE MEASUREMENT OF TONE
VARIATIONS.

Name: (NAME)

Dr. K. H. J. Jonker.

Ort: (PLACE)

N. V. Multifilm, Kenaupark 8, HAARLEM.

Bericht No.: 2
(REPORT)

Termin: (PERIOD ENDING)

1 Jan. - 1 April 1944.

Inhalt:

Überblick	seite 1
Entwurf und Bau eines Röhrenvoltmessers	seite 1
Entwurf und Bau eines Tonvariationsmessers	seite 4
a. Prinzip	seite -
b. Praktische Ausführung, erster Teil	seite -
c. Zweite Teil und weiteres Programm	seite -

VEERBLICHT

Die Vorbereitungen fuer unsere Tonvariationsmessungen wuerden fortgesetzt. Als dritten Hilfsapparat haetten wir die Verfuegung haben muessen ueber ein frequenz-unabhaengiges Messinstrument fuer Wechselspannungen und zwar mit einer sehr hohen Eingangsimpedanz, also einen Roehrenvoltmeter. Wir verfuegten wohl schon ueber einen Wechselspannungsmesser mit einer Westinghouse-Messzelle, die sich im hoerbaren Gebiet als vollkommen frequenz-unabhaengig zeigte, aber fuer viele Faelle (z.B. das Messen einer Gitter- oder Anode-wechselspannung) war der Messerwiderstand viel zu klein, sodass die fuer die Messungen benoetigte Energie die Messungen stark beeinflusste.

Es war notwendig einen Messer zu konstruieren, der mit genuegender Genauigkeit Spannungen von einigen Volts anzeigen konnte und der neben genuegender Frequenzunabhaengigkeit eine hohe Eingangsimpedanz hatte. Nach dem Bau dieses Roehrenvoltmeters wurde mit den Versuchen fuer den eigentlichen Tonvariationsmesser angefangen. Obschon wir jetzt in Harlem groesstenteils die benoetigten Hilfsmittel zur Verfuegung hatten, wurde es doch als nuetzlich erachtet diesen Teil der Arbeit im Laboratorium fuer Technische Physik in Delft zu verrichten, da dort verschiedene unfehlenden Messinstrumente vorhanden waren. Es handelte sich hierbei hauptsaechlich um einen guten Tongenerator, da der in Harlem vorhandene Schwungtongenerator eine zu kleine Ausgangsspannung fuer direkten Gebrauch hatte und unser R.C. Tongenerator noch in Herstellung war. Es stellte sich heraus, dass die Arbeit in Delft mit Ruecksicht auf diese Moeglichkeiten tatsaechlich einige Vorteile bot, aber demgegenueber stand, dass in Harlem der technische Teil des Baus viel glatter verlief. Es wurde denn auch verabredet, dass der eigentliche Bau in Harlem stattfinden wuerde, sobald die Messungen an der Probeaufstellung in Delft beendet

sein wuerden.

ENTWURF UND BAU EINES EINFACHEN RÖHRENVOLTMESSERS.

Das Prinzip, nach dem der Röhrenvoltmeter gebaut wurde (wie auch die Probeaufstellung des Herrn E.J. Verschueren) war sehr einfach; die zu messende Wechselspannung wird dem Steuergitter einer Röhre zugeleitet und der Anodestrom wird gemessen. Siehe Abb. 1 (Gitterdetektionsschaltung; der Anodestrom nimmt ab wenn die zu messende Spannung ansteigt).

Die Anwendung dieses Prinzips ist verlockend, wenn eine geeignete Röhre gefunden wird. Eine Röhre mit grosser Steilheit ist natürlich erwünscht um die Genauigkeit der Messung möglichst gross zu machen; für einen genügenden Messbereich ist es jedoch notwendig, dass wir eine Röhre mit einem grossen Gitterraum wählen. Eine steile Endtriode würde also in Betracht kommen. Bei einer Triode würde jedoch eine Änderung des Anodenstromes ebenfalls eine bedeutende Änderung der Anodespannung verursachen, durch den Spannungsabfall über die äusseren Widerstände. Dadurch würde der Einfluss der Gitterspannung nur teilweise in der Messeranzeige zum Ausdruck kommen, sodass eine gedrängte Skalaverteilung entstehen würde. Wichtiger ist noch, dass eine unabsichtliche Variation der Anodespannung (z.B. infolge Netzspannungsschwankungen) das Messresultat stark beeinflussen würde. Stabilisierung der Anodespannung erfordert einen Anodenstromapparat mit einem sehr kleinen inneren Widerstand, was nicht ökonomisch und umständlich ist. Bei Verwendung einer Penthode kommen diese Schwierigkeiten in Wegfall, denn erstens ist der Anodestrom bei konstanter Schirmgitterspannung praktisch nicht von der Anodespannung abhängig, und zweitens kann die Schirmgitterspannung leicht stabilisiert werden. Sogar eine Endpenthode hat jedoch einen zu kleinen Gitterraum für einen zweckmässigen Messbereich, sodass wir so zu sagen automatisch zu der Wahl einer Regelpenthode kommen. Zu diesem Zwecke stand uns eine Röhre des Typs 6 D6 zur Verfügung, mit der ein Messbereich bis ca. 35 Volt zu erwarten war. Die Speisung dieser Röhre musste jetzt derartig sein, dass die Anodenstrom-Variationen keinen Einfluss auf die Schirmgitterspannung haben konnten, während auch eventuelle Netz-

~~Schwankungen diese Gleichrichterspannungen nicht beeinflussen~~

durften. Für die Schirmgitterspannung braucht man also eigentlich eine ganz gesonderte stabilisierte Speisung. Unter Verwendung einer Röhre des Typs 25 Z5 konnten wir dies praktisch verwirklichen ohne das Ganze zu kompliziert zu machen. Dieser Typ Gleichrichter enthält nämlich zwei getrennte Kathoden, sodass die Röhre als zwei ganz gesondert arbeitende, einphasige Gleichrichter zu verwenden war. Die Stabilisation der Schirmgitterspannung findet dann mit Hilfe einer Leuchtröhre des Typs 4687 statt. Das Instrument wurde schliesslich nach dem Schema, das in Abb.2 angegeben ist, gebaut. Hierin ist:

- | | | |
|--|---------------------------|------------------------|
| L ₁ = Regelpentode 6 D 6 | R ₁ = 19 Ohm | C ₁ = 0.1 F |
| L ₂ = Gleichrichter 25 Z 5 | R ₂ = 200 Ohm | C ₂ = 8 F |
| L ₃ = Kontrolle-Röhre | R ₃ = 2 Megohm | C ₃ = 12 F |
| L ₄ = Stabilisierungsröhre 4687 | R ₄ = 2000 Ohm | C ₄ = 12 F |
| | | C ₅ = 8 F |

Für die Glühdrähte wurde Serienspeisung angewendet, zwecks Vereinfachung des benötigten Transformators, die beiden Wechselspannungen auf den Anoden des Gleichrichters betragen ja. 120 Volt. Der "shunt" über den Messer (ein gutes Drehspulinstrument mit einer Empfindlichkeit von 1 mA bei vollem Ausschlag) ist durch den Widerstand R₂ sehr geschmeidig einstellbar, womit eine ausgezeichnete Nullpunkteinstellung bekommen wurde. Ohne Gitterspannung ist jetzt der Anodestrom von L₁ ja 6 mA, wovon 1 mA (genau eingestellt mit R₂) durch den Messer M geht. Wenn eine Gitterwechselspannung angelegt wird, nimmt der Anodestrom ab, sodass die Messeranzeige umgekehrt verläuft.

Die Frequenzcharakteristik des Apparates wurde mit einem Philips-Tongenerator Typ 2307 kontrolliert, wobei sich herausstellte, dass der Messer sehr gut frequenz-unabhängig über den ganzen Bereich des Tongenerators (~ 40 - 16000 Hz) war.

Die Eichung fand mit einem Philips thermionischen Voltmesser statt; die angelegte Wechselspannung wurde von dem Tongenerator

bei einer Frequenz von 1000 Hz. abgenommen. Es zeigte sich, dass schon eine Spannung von za. 0.1 Volt sehr gut abzulesen war, waehrend auch Spannungen bis za. 40 Volt messbar waren, also ganz nach Erwartung. Durch die Form der Eichkurve, die in Abb. 3 wiedergegeben ist, zeigte es sich, dass die Genauigkeit der Ablesung ueber den ganzen Messbereich verhaeltnismaessig nahezu konstant war, naemlich za. 2%. Nur im Gebiete von 20 bis 40 Volt wird die Ablesung etwas ungenauer. Diese Form der Eichkurve war zu erwarten, da diese praktisch der Form der normalen Charakteristik der verwendeten Roehre gleich ist.

Durch Anwendung eines Spannungsteilers wuerde natuerlich der Messbereich bis zu hoehere Voltagen auszudehnen sein; durch Vorschalten einer Verstaerkerstufe (die dann jedoch wieder ganz frequenz-unabhaengig sein muss) wuerden kleinere Spannungen gemessen werden koennen, sodass mit diesen zwei Ausdehnungen ein universelle Messapparat fuer einen Bereich von einigen Millivolts bis auf einige Hunderte von Volts gemacht werden konnte. Besonders der Bau eines derartigen Verstaerkers wuerde uns zu weit fuehren, da fuer die weitere Forschung Messungen derartige sehr kleine Spannungen nicht von Bedeutung sein werden.

ENTWURF UND BAU DES TONVARIATIONMESSERS.

Der Zweck unserer Forschung ist das Messen der Tonvariationen, die durch verschiedene Tontraeger verursacht werden. Diese Variationen koennen als eine Modulation des eigentlich reinen Tones aufgefasst werden, der urspruenglich zugefuehrt wird, und zwar als Amplitude- und/ oder Frequenzmodulation. Das zu bauende Messinstrument muss denn auch geeignet sein um beide Arten von Modulationen zu messen, und wohl unabhaengig von einander. Dadurch wird es naemlich moeglich werden muessen die eigentliche Ursache der Stoerung aufzufinden und die Groesse eines bestimmten Stoerungseinflusses festzustellen.

Das Prinzip und eine bestimmte Ausarbeitung eines derartigen Tonvariationsmessers stammt von Weber (A.Z. 4,33, 1939), aber mehr als eine prinzipielle Schaltung wird von ihm nicht angegeben.

5

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2012/05/22 : CIA-RDP83-00415R008200050002-3

Grundgedanken folgen, während die ganze Ausarbeitung aufs Neue entworfen werden musste. Dieses Prinzip werden wir jetzt kurz besprechen.

Dem zu prüfenden Tonträger wird ein reiner Ton zu geleitet, die Trägerfrequenz. Durch die Fehler des Tonträgers entstehen Amplitude- und Frequenzmodulationen, die wir messen wollen. Die Tiefe der Amplitudenmodulationen kann natürlich nur ein Teil der Amplitude der Trägerfrequenz sein, und ebenso dürfen die Frequenz-Variationen nur einen kleinen Prozentsatz der Trägerfrequenz ausmachen. Hierdurch wird die Wahl der Trägerfrequenz eingeschränkt; sie muss sehr bedeutend höher sein als die höchste zu erwartende Störungsfrequenz. Diese Störungsfrequenzen sind jedoch gerade niedrig (die höchste zu erwartende Frequenz ist 96 Hz) sodass dies keine Schwierigkeiten verursacht.

Wenn wir jetzt die Amplitudemodulation messen wollen, dann haben wir einfach die schliesslich entstandene Schwingung zu detektieren, sodass die Trägerfrequenz wegfällt und die Modulation übrig bleibt. Eine eventuell gleichzeitig vorhandene Frequenzmodulation stört hierbei gar nicht.

Die Messung der Frequenzmodulation ist jedoch schwieriger. Erstens muss diese nämlich durch einen frequenz-abhängigen Widerstand in eine Amplitudenvariation umgesetzt werden, da sonst die Variationen nicht registrierbar sind. In diesem Falle stört eine eventuell gleichzeitig vorhandene Amplitudenmodulation natürlich wohl und da diese meistens sogar stärker als die Frequenzmodulation ist, ist dies sehr wichtig.

Es stehen uns zwei Wege offen um dieser Schwierigkeit aus dem Wege zu gehen. Erstens können wir die Steilheit des frequenz-abhängigen Widerstandes so stark machen, dass die Frequenzvariationen erzeugte Amplitudenmodulation soviel stärker als die ursprüngliche ist, dass diese ursprünglichen Amplitudenvariationen bei der Messung vernachlässigt werden können. Diese Methode hat verschiedene Beschwerden, wovon die wichtigsten sind:

- a. Die urspruengliche Amplitudenmodulation ist unbekannt und nicht konstant; es ist also schwer mit Sicherheit zu sagen, wann sie vernachlaessigt werden kann.
- b. Diese sehr grosse Steilheit des Frequenz-abhaengigen Widerstandes bringt automatisch eine kleine Bandbreite mit sich, sodass es sogar die Frage ist, ob diese Bandbreite fuer alle Stoerungsfrequenzen, d.h. fuer wenigstens 200 Hz. genuegend sein wird. Jedenfalls wird die Einstellung der guten Traegerfrequenz aeusserst kritisch. In der Praxis werden wir jedoch sicher einer Variation von einigen Prozenten in der Traegerfrequenz bei den verschiedenen Messungen Rechnung tragen muessen.
- Der frequenz-abhaengige Widerstand wird also selbst einstellbar gemacht werden muessen, was sehr schwer ist.

Die zweite Methode umd Frequenz- und Amplitudenmodulationen zu trennen ist denn auch dieser ersten Weise vorzuziehen. Hierbei wird die modulierte Schwingung zwei getrennten Wegen entlang gefuehrt, in denen die Traegerfrequenz und die Amplitudenmodulationen sich in gleicher Phase befinden, waehrend die Frequenzmodulationen in beiden Zweigen gerade in Gegenphase sind. Dies wird erreicht dadurch dass man die frequenz-abhaengigen Widerstaende vor der Umsetzung in Amplitudenvariationen in den beiden Zweigen entgegengesetzte Neigung gibt.

Fuer die Messung der Amplitudenmodulation koennen wir einen der beiden Zweige verwenden wobei der frequenz-abhaengige Widerstand von einem festen Widerstand ersetzt wird und der andere Zweig ganz ausgeschaltet wird.

Der erste Teil des von uns entworfenen Schemas der praktischen Ausfuehrung dieses Prinzips ist in Abb. 5 angegeben worden.

$E_1 = nE_2 =$ Roehrentyp 30

$C_1 = 32 \mu F$

$C_2 = 0.25 \mu F$

$C_3 = 0.5 \mu F$

$L_1 = 25 \text{ mH}$

$L_2 = 55 \text{ mH}$

$R_1 = R_2 = n100.000 \text{ Ohm}$

$R_3 = 50.000 \text{ Ohm}$

$R_4 = 1.000 \text{ Ohm}$

$R \text{ v } P_1 = 500.000 \text{ Ohm}$

$P_2 = 100.000 \text{ Ohm}$

$P_3 = 1.000 \text{ Ohm}$

Zusammenhang mit den heutigen Zeitverhältnissen auf den vorhandenen Bestand beschränkt. Demzufolge haben wir direkt erhitze Trioden des Typs 30 verwendet, obschon natürlich die Ausführung des Apparats mit indirekt erhitzten Röhren leichter gewesen wäre, denn für die Speisung ist jetzt eine Gleichstromquelle nötig. Die negative Gitterspannung bekommt man dadurch dass man diese Gleichstromquelle ganz auf eine positive Spannung einiger Volts bringt.

Die zu prüfende Eingangsspannung wird auf einen Potentiometer P_1 gebracht, sodass die totale Stärke auf dem Messapparat selbst eingestellt werden kann. Sofort findet die Trennung in zwei gesonderte Zweige statt. In einem dieser Zweige ist noch ein Potentiometer P_2 eingesetzt worden um eventuelle kleine Differenzen in den Widerständen und in den ersten Röhren zu beseitigen. Wir können diesen Potentiometer P_2 nämlich so einstellen, dass die Weckelspannungen auf die 2 Anoden von E_1 und E_2 einander gleich sind. Dies muss mit dem Röhrenvoltmeter gemessen werden; die Einstellung auf eine bestimmte Gleichspannung oder auf einen bestimmten Anodenstrom (wofür eventuell Messer ein gebaut werden können) hat keinen Zweck. Die Verstärkung der Röhren E_1 und E_2 ist nur klein. (eventuell ~~Stärkung~~ sogar kleiner als 1), da die Anodeimpedanzen für eine normale Einstellung viel zu klein sind. In diesen Anodenkreisen haben wir nämlich unsere frequenz-unabhängigen Widerstände aufgenommen, während durch die kombinierten Schalter S_1 und S_2 einer der beiden Zweige kurz geschlossen werden kann und in den anderen Zweige ein fester, frequenz-unabhängiger Widerstand R_4 statt des Filters F_1 aufgenommen wird.

Wie aus dem Schema hervorgeht haben wir für die 2 frequenz-abhängigen Widerstände 2 Parallelschaltungen von Selbstinduktion und Kapazität genommen, die also derartig eingestellt werden müssen, dass von dem einen der ansteigende, von dem anderen der abfallende Zweig der Resonanzkurve verwendet wird. Einer von beiden ist ausserdem mit einem einstellbaren Dämpfungswiderstand P_3 versehen, um die Steilheit des Filters variieren zu können.

hierfür muss natürlich der Wert des Widerstandes von dem her bestimmt
worden, da nur mit diesem Widerstand die Steilheit nur vermindert werden kann.

Für die Berechnung dieser zwei Parallelresonanzen sind wir von den folgenden Erwägungen ausgegangen: Die Trägerfrequenz, also der Wirkungspunkt der 2 Filter muss einerseits wenigstens za. 1000 Hz betragen um der Anforderung zu genügen, dass sie weit oberhalb der Störungsfrequenzen liegt; andererseits ist eine nicht zu hohe Trägerfrequenz bei verschiedenen Messungen erwünscht, da viele Verstärker, die dabei selbstverständlich eingeschaltet werden, bei höheren Frequenzen eine weniger schöne Charakteristik haben. Aus diesem Grunde wurde ursprünglich versucht die Frequenz von 1000 Hz als Trägerfrequenz anzunehmen.

Die Abmessungen der Filter-Selbstinduktionen durften weiter nicht zu gross sein, also was es erwünscht Selbstinduktionen mit Eisenkernen zu verwenden. Die hierfür verfügbaren Eisenkernchen und der verfügbare Draht bestimmten dann die zu erreichende Selbstinduktion. Wir kamen bis auf 55 Milli Henri bei 1200 Wicklungen. In Kombination hiermit gibt ein Kondensator von 0,5 F eine Resonanzfrequenz von za. 1000 Hz. Bei Verwendung eines grösseren Kondensators kann wohl noch eine niedrigere Frequenz erreicht werden, aber dann wird der Verlustwiderstand der Kapazität so störend, dass der Filter keine gehörige Steilheit mehr hat. Auch Vergrösserung der Selbstinduktion durch Verwendung eines dünneren Drahtes würde wohl die Resonanzfrequenz erniedrigen, aber wieder auf Kosten der Steilheit des Filters. Hierdurch kann also der Wirkungspunkt (die Trägerfrequenz) nicht auf 1000 Hz gebracht werden, denn von diesem Filter mit der niedrigsten Resonanzfrequenz muss der abfallende Zweig der Kurve gebracht werden. Der brauchbare, gehörig gerade Teil lag ungefähr zwischen 1200 und 1800 Hz., sodass der Wirkungspunkt auf zw. 1500 Hz. kommen würde.

Der zweite Filter, dessen ansteigender Zweig also verwendet wird, muss eine Resonanzfrequenz von zw. 2000 Hz. haben. Wir haben dies erreicht dadurch dass wir ~~mit~~ die Selbstinduktion und die Kapazität halb so gross machten als in dem ersten Filter.

Es stellte sich heraus, dass die Wecklungen 25 mH betrug und in Kombination mit einer Kapazität von 0.25 μ F wurde tatsächlich eine Resonanzkurve bekommen mit der Spitze bei 2000 Hz.

Dieser zweite Filter hat einen kleineren Kondensator und eine kleinere Anzahl von Wicklungen für die Selbstinduktion, sodass dieser Filter die steilste Resonanzkurve haben wird. (Die Verlustwiderstände sind hier am kleinsten). Hierin wird also der regelbare Dämpfungswiderstand aufgenommen.

Der Wert des Widerstandes R_4 , der bei dem Messen von Amplitudenvariationen verwendet wird, wurde ungefähr in Übereinstimmung mit dem wirksamen Impedanz der Filter bei der Trägerfrequenz gewählt (1000 Ohm)

Für die zwei Transformatoren T_1 und T_2 wählten wir ursprünglich einen Bilanztransformator mit zwei getrennten sekundären Wicklungen. Es stellte sich jedoch heraus, dass dessen 2 Zweige nicht ganz unabhängig arbeiteten: die Resonanzspitze der Filter F_2 (1000 Hz.) war auch bei den Messungen am Filter F_1 bemerkbar. Dies war sehr störend, da gerade das Gebiet zwischen 1300-1700 Hz. der Kurve verwendet werden muss und der Einfluss bis auf 1500 Hz. noch sehr deutlich war. Umgekehrt störte die Resonanzspitze auf 2000 Hz. von F_1 auch den anderen Filter auch obgleich weniger stark. Zwei der gemessenen Kurven sind in Abb. 6 wiedergegeben worden, aus der diesen Einfluss deutlich ersichtlich ist. Diese Messungen wurden ausgeführt dadurch dass wir an den Eingang des Apparats einen Tongenerator anschliessen und die ersuchte Wechselspannung an die sekundären Wicklungen der Transformator mit Hilfe eines Röhrenvoltmessers messen. Dies in Gegensatz zu den ersten Messungen an den Filtern zweck Bestimmung der Stelle der Resonanzspitzen. Hierbei wurde nämlich an den Anoden der Röhren E_1 und E_2 gemessen und wohl mit Hilfe eines normalen Wechselspannungsmessers via einer Trennungskondensator. Durch diese erste Serie von Messungen bekamen wir dann auch wohl eine Einsicht in das Verhalten der Filter, aber quantitative Folgerungen ergaben sich hieraus nicht.

Ausserdem wurde auf diese Weise nur der Einfluss der Filter gemessen, also ohne den Transformator, und gerade dort konnten eventuelle Störungen erwartet werden.

Da also ein einziger Bilanztransformator nicht genügt wurde versucht die Trennung der beiden Zweige durch zwei gesonderte Transformatoren vollständig zu machen. Hierfür standen zwei Ferranti niedrigfrequenz-Transformatoren zur Verfügung, die im Gebiete, in dem sie verwendet werden sollten, eine sehr gute Frequenzcharakteristik haben.

Nach dieser Änderung wurde auf dieselbe Weise wie mit dem Bilanztransformator der Verlauf der beiden Resonanzkurven bestimmt ^{durch} auch Messung an den sekundären Wicklungen. Jetzt war das Ergebnis ausgezeichnet: von gegenseitigem Einfluss war nichts mehr zu bemerken. Siehe Abb.7

Infolge dieser Messungen wurde die Resonanzspitze des Filters F2 etwas höher gelegt, dadurch dass man den Kondensator verkleinerte, da auf diese Weise der Wirkungspunkt besser in das gerade Gebiet der 2 Kurvenzweige zu liegen kam. Die 2 Spitzen liegen jetzt bei ca. 1200 und 2000 Hz., der Wirkungspunkt bei 1600 Hz.

Bei Umschaltung auf den festen Widerstand R_4 stellte sich heraus, dass hiermit eine nahezu gerade Charakteristik über den betreffenden Frequenzbereich bekommen wurde, aber bei höheren Frequenzen zeigte die Kurve eine ziemlich starke Abnahme. Es wird noch versucht durch einen extra Kondensator die Kurve für diesen Fall zu verbessern.

Als zweite Stufe unseres Apparats war ursprünglich schon die Detektorschaltung geplant, aber bei den Messungen an der ersten Stufe stellte sich heraus, dass die verfügbare totale Spannung auf dem Gitter der Detektorröhren dann nur ungefähr 1 Volt betragen würden. Weiter wurden dann ein Verstärker hinter diese Stufe gebaut werden müssen, der besonders die sehr niedrigen Störfrequenzen gut verstärkte was an sich schon Schwierigkeiten mit-

brachte

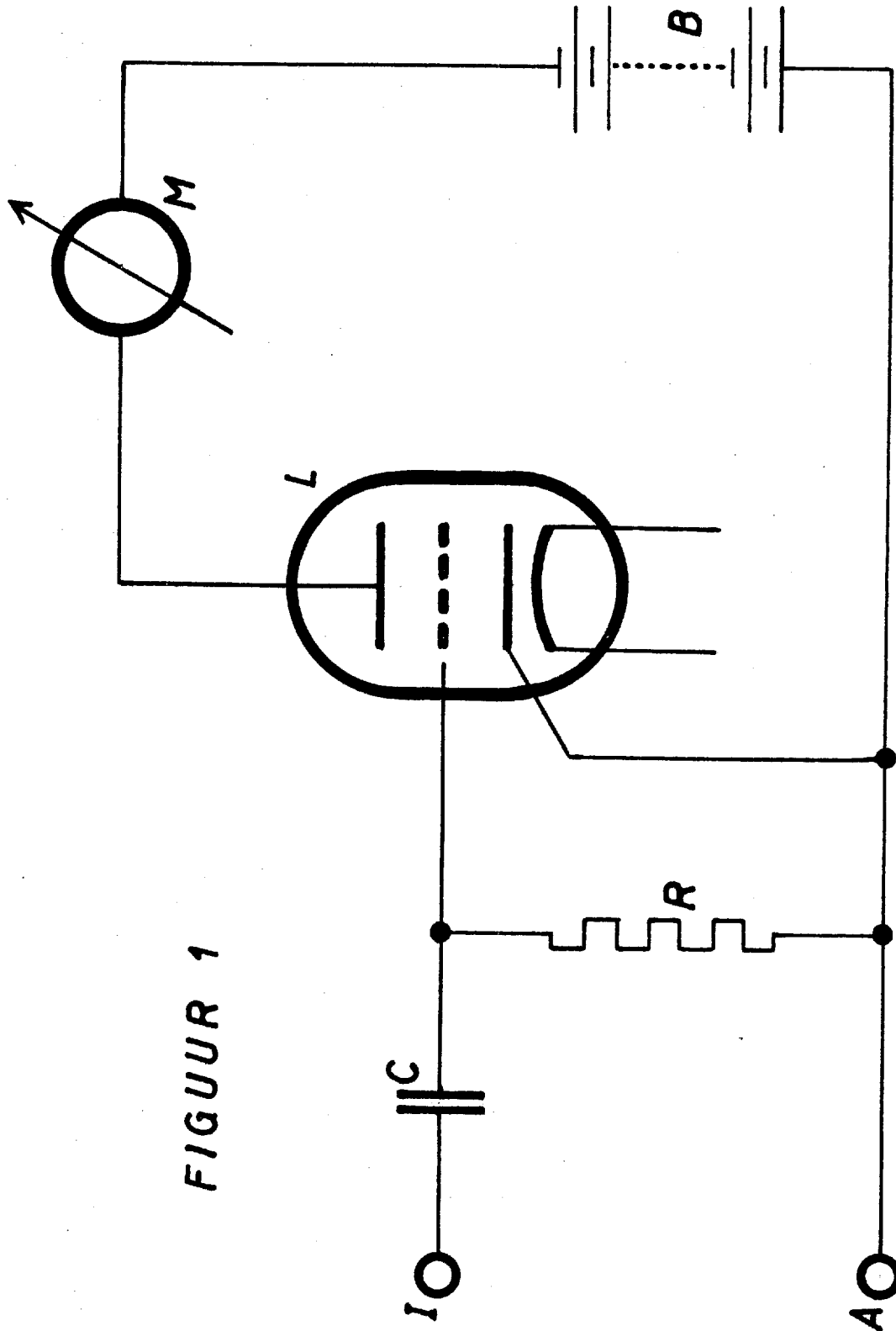
Darum wurde nun als zweite Stufe ein Verstaerker gewaehlt, waehrend nachher der Detektor geschaltet werden wird. Diese Zwischenverstaerkerstufe ist sehr einfach, naemlich ein normaler Widerstandverstaerker. Dies ist hier moeglich, da wir in diesem Stadium noch mit der modulierten Traegerfrequenz zu schaffen haben, also nicht mit der extrem niedrigen Stoerungsfrequenz selbst.

Die ersten Versuche ueber das Verhalten dieser Verstaerkerstufe sind sehr befriedigend ausgefallen; die Versuche und Messungen um die beste Einstellung zu bekommen, werden jedoch noch fortgesetzt. U.a. wollen wir erst hier dem Einfluss des Daempfungwiderstandes P_3 nachgehen, da hier durch die groessere Messspannung die Genauigkeit besser ist. Ausserdem werden auf diese Weise die eventuell in andere Teilen der Schaltung entstandenen Stoerungen sofort entdeckt.

Also ausser den Versuchen betr. die Einstellung dieser zweiten Stufe des Apaarats, wird unsere naechste Arbeit im Bauen der Detektionsschaltung und in Versuchen betr. deren Betragen bestehen.

Harlem, April 1944

E.H.J Jonker



FIGUR 1

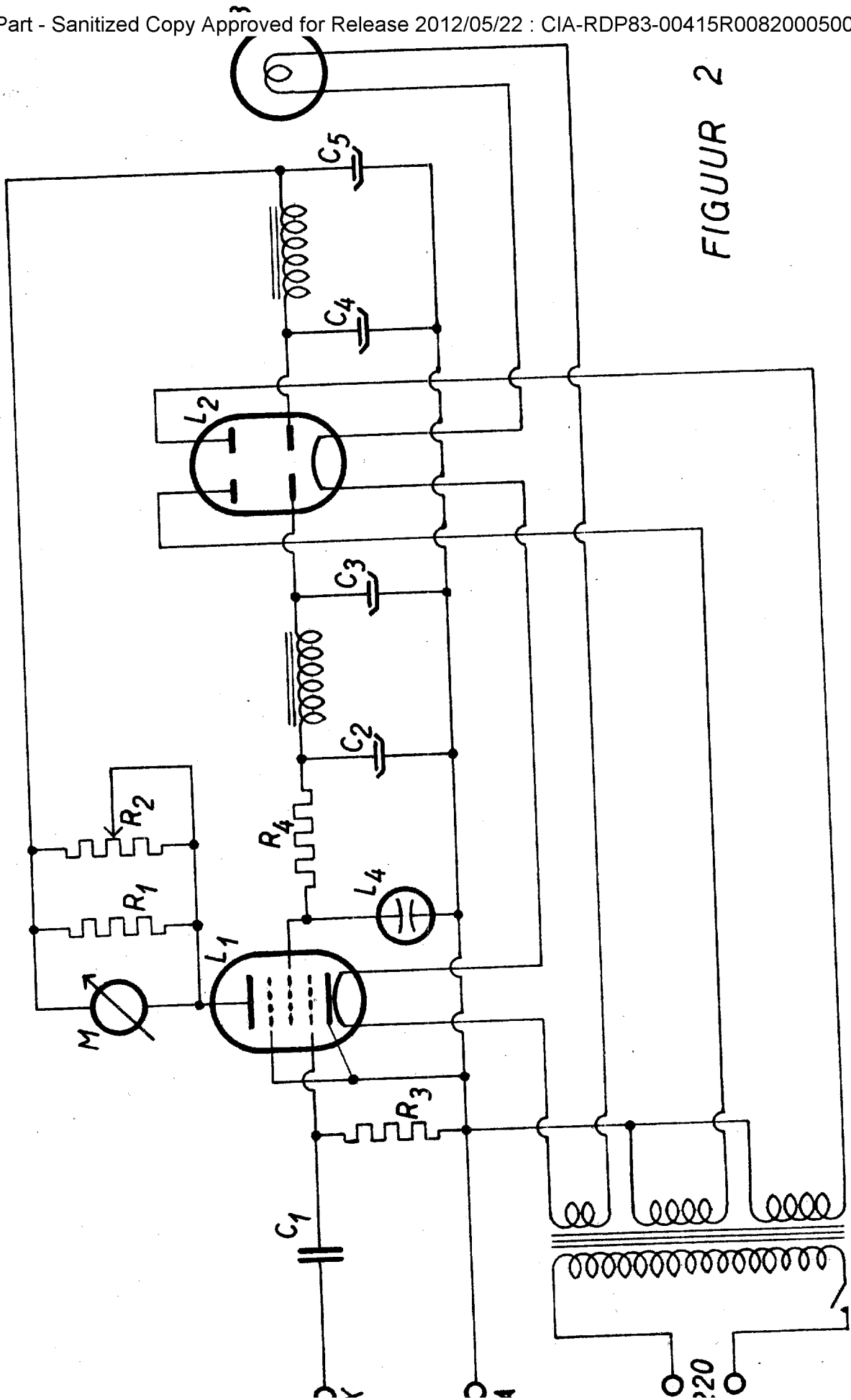
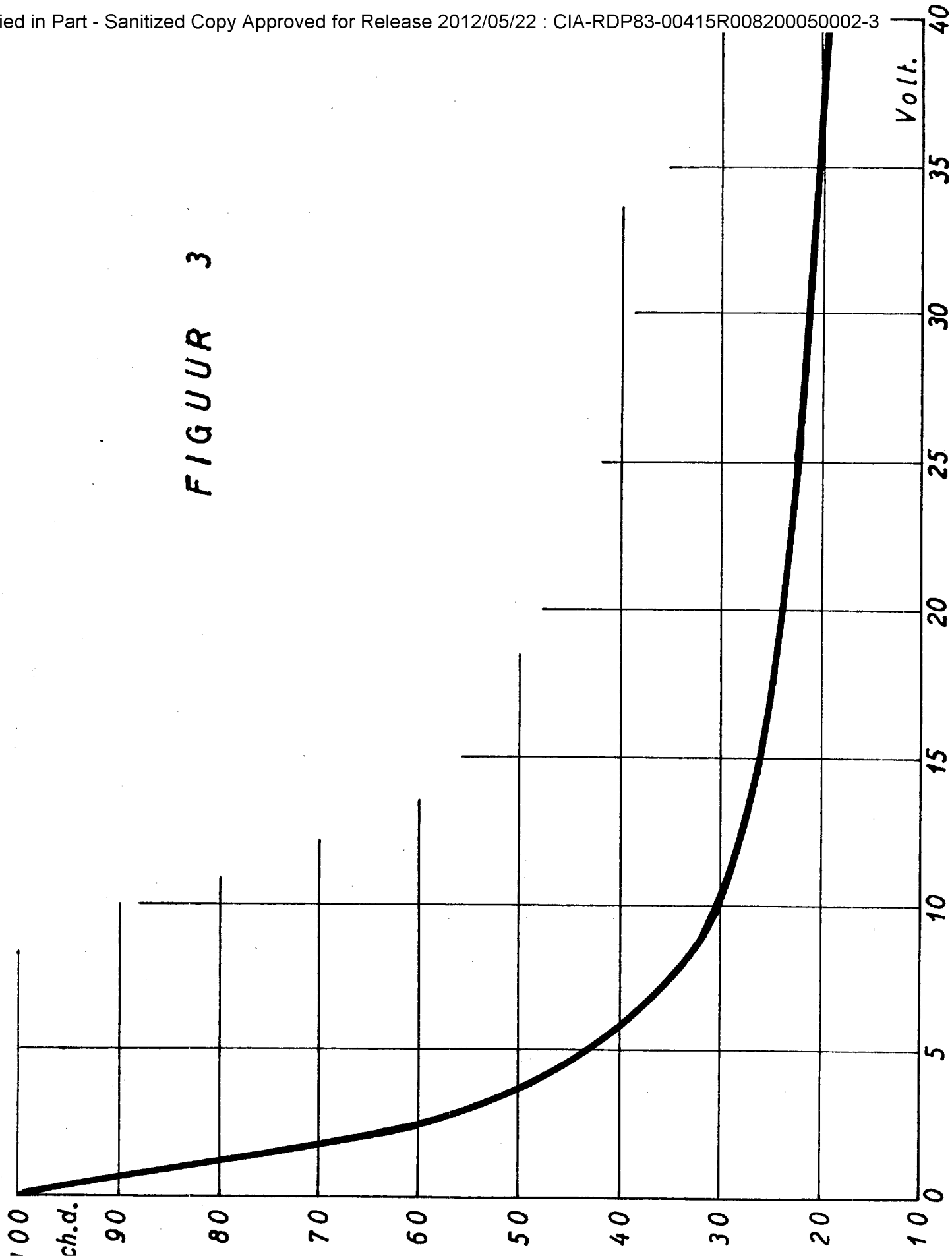
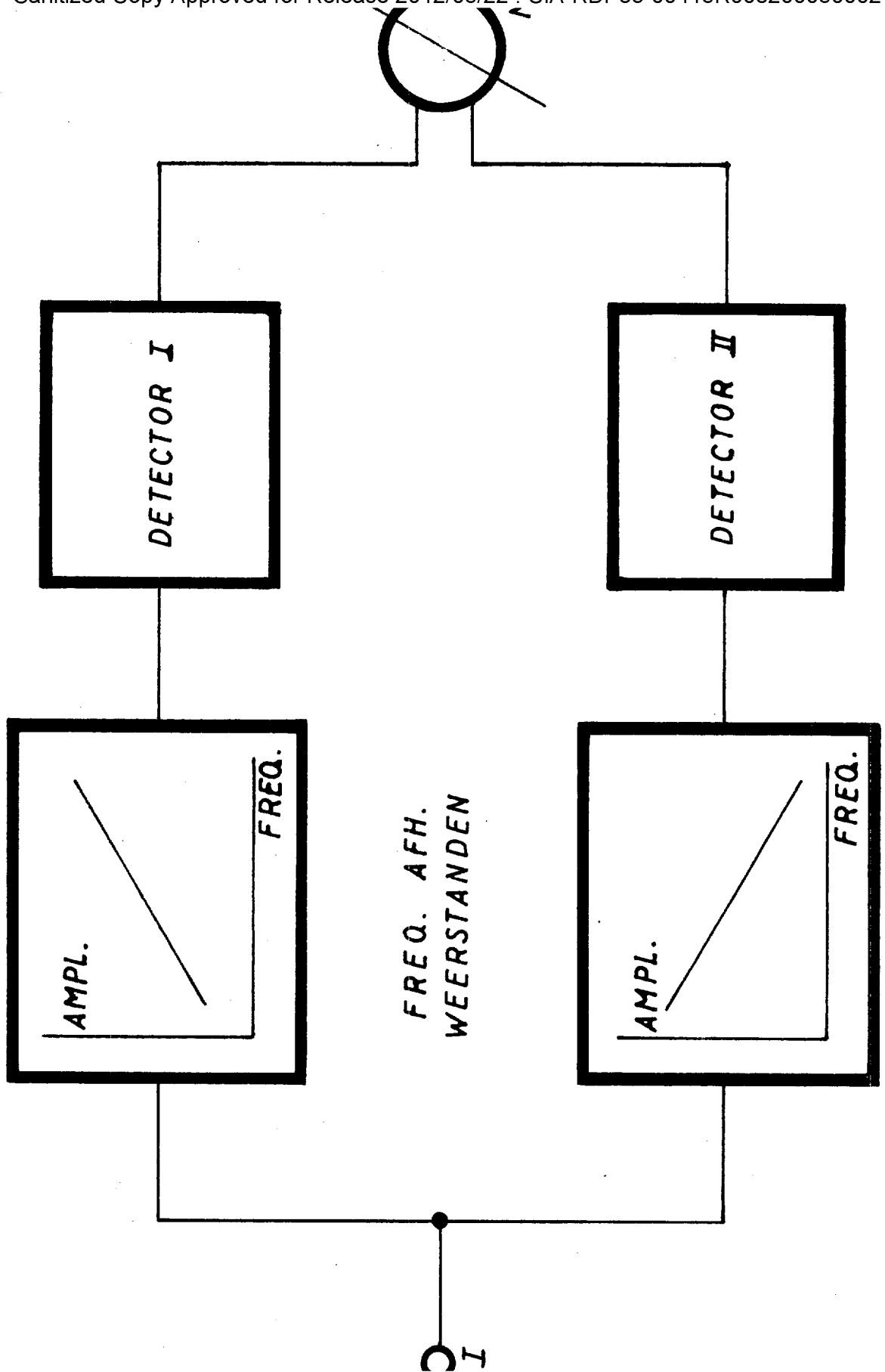


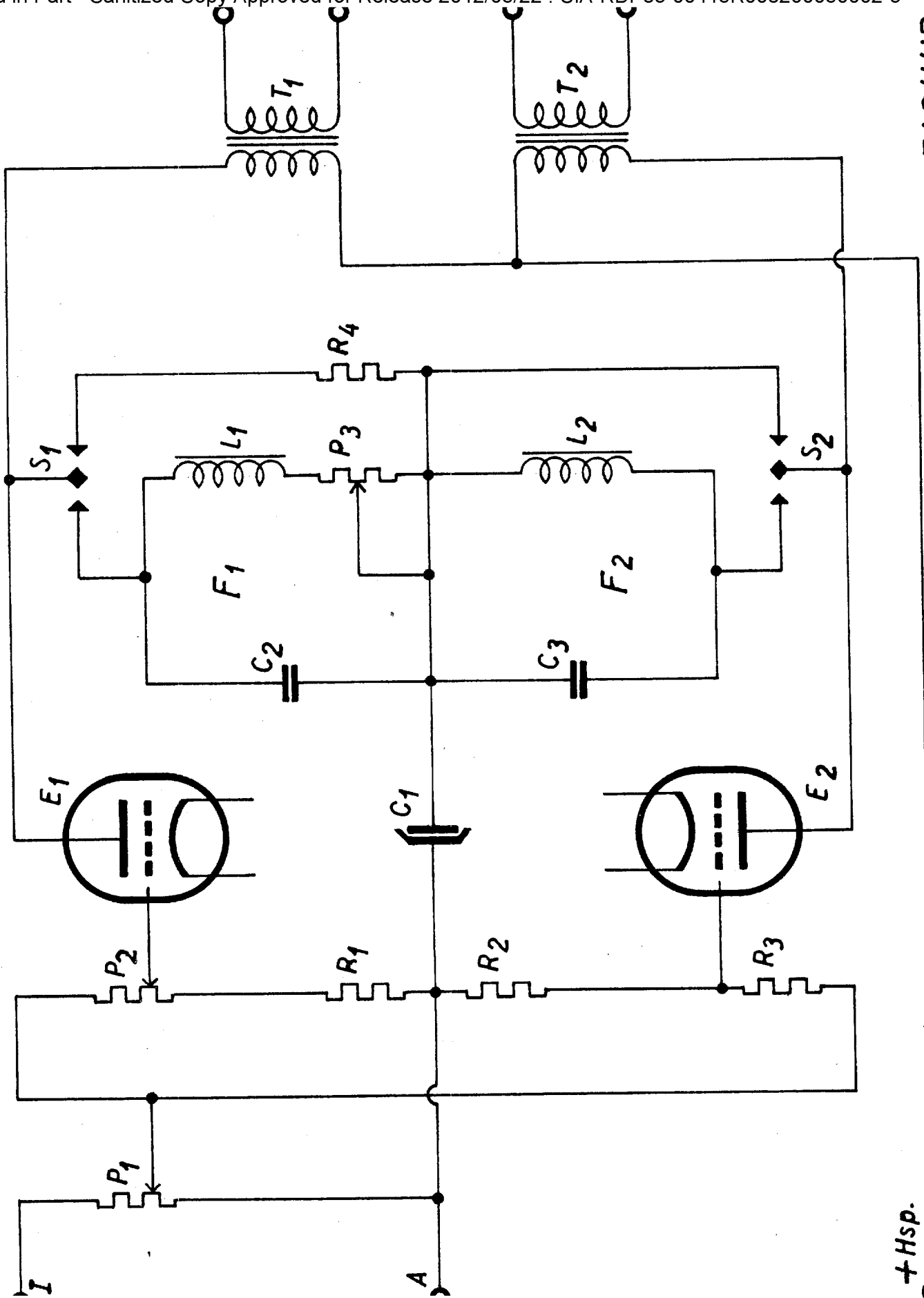
FIGURE 2

FIGUUR 3

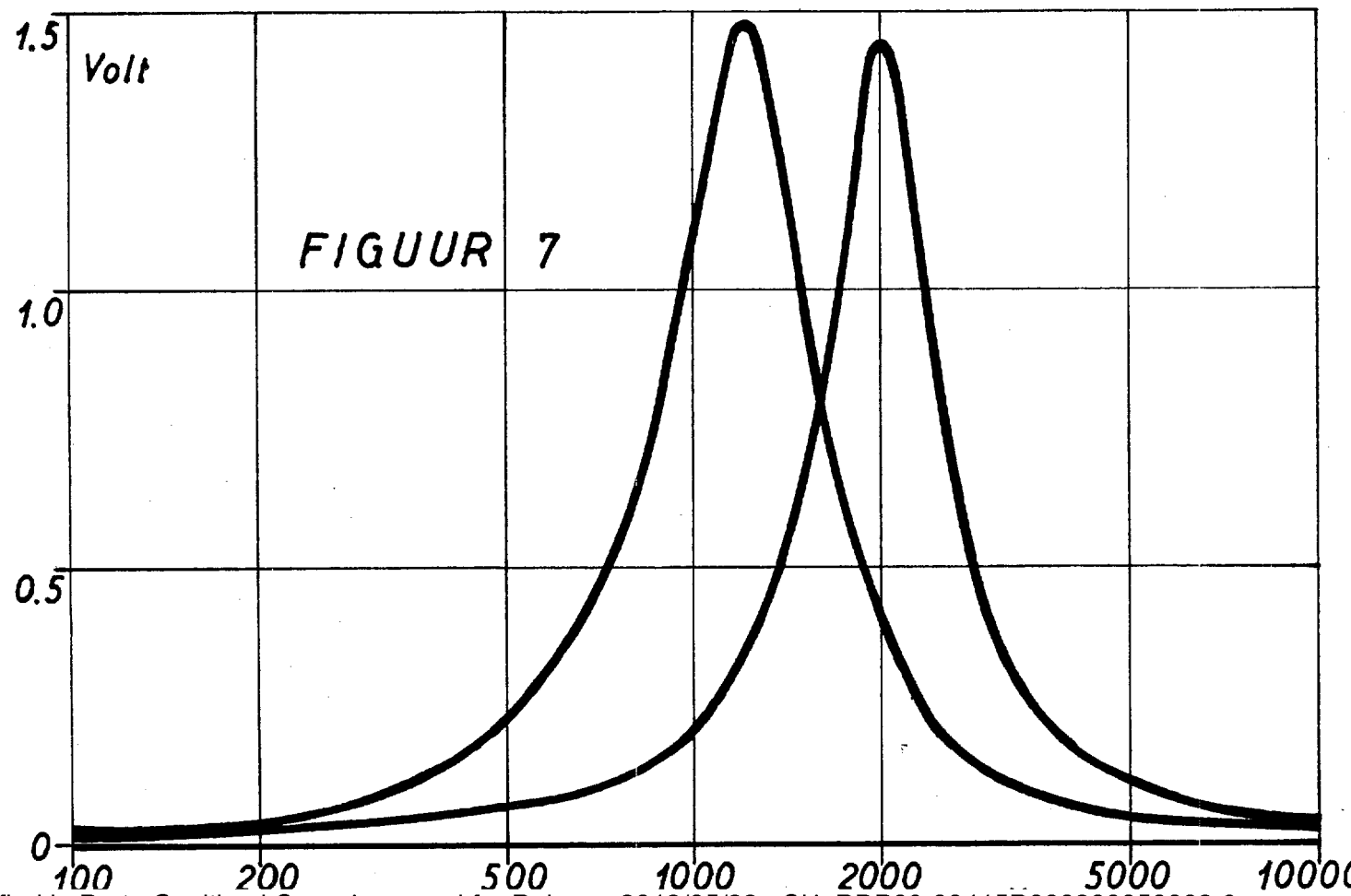
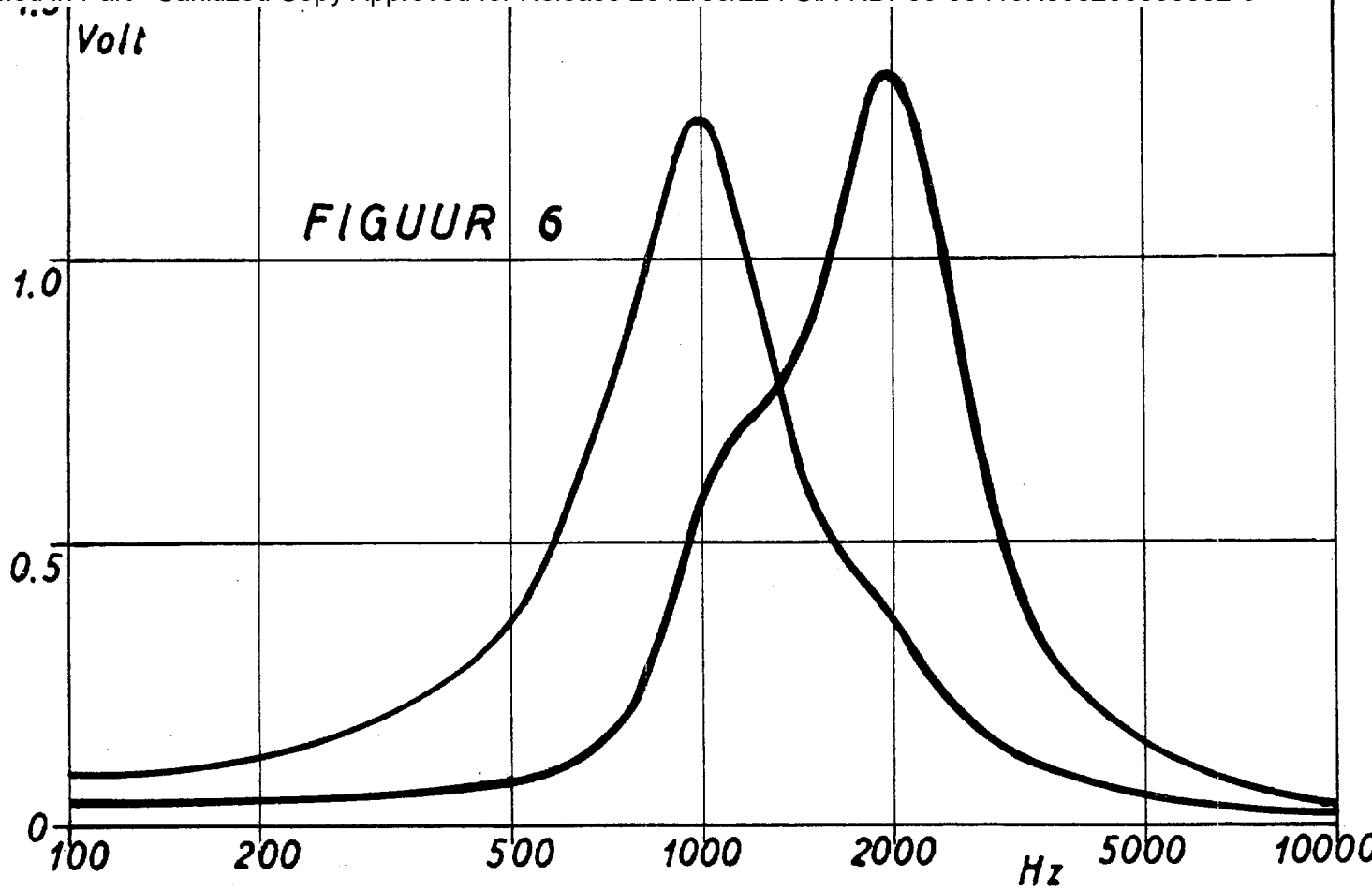




FIGUUR



FIGUUR 5



50X1-HUM

Page Denied

SECRET



50X1-HUM

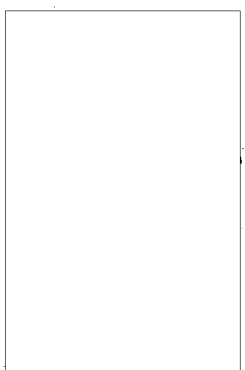
N LIGEL

GEGENSTAND: Bau von Hilfsapparaten fuer Tonvariations-
SUBJECT: messungen.
CONSTRUCTION OF AUXILIARY EQUIPMENT FOR THE
MEASUREMENT OF TONE VARIATIONS.

NAME: Dr. H. K. J. Jonker.
NAME:

PLATZ: Haarlem,
PLACE: N.V. Multifilm, Kenau park 8
(SOURCE)

BERICHT NR.: 1.
REPORT NO:



ZEITRAUM: Bis Ende 1943.
PERIOD: TO THE END OF 1943

50X1-HUM

SECRET

L I G E L

GEGENSTAND: **BAU VON HILFSAPPARATEN FUER TONVARIATIONSMES-
SUNGEN.**

NAME: **Dr. K. H. J. Jonker.**

PLATZ: **HAARLEM,
N. V. MULTIFILM, KENAUWPAK 8.**

BERICHT NR.: **1.**

ZEITRAUM: **BIS ENDE 1943.**

INHALT: **EINLEITUNG
R-C-TONGENERATOR.
a) Theorie.
b) Bauversuche.
STABILISIERTER ANODENSPANNUNGS APPARAT.
a) Prinzip.
b) Theorie.
c) Ergebnisse.**

- 1 -

EINLEITUNG.

Der Zweck unserer Untersuchungen ist nachzuformen in wie weit verschiedene Tontraeger (Schallplatte, Drehtisch, Tonkopf, Filmstreifen, Aufnahmekamera) eine Variation in der ^YTönoche und in der Tonstaerke herbeifuehren. In diesem Sinne muessen die Tonvariationen gemessen werden, sowohl was die Amplitude als was die Frequenz betrifft. Bevor wir jedoch zu dem Bau eines Messinstrumentes zu diesem Zweck schreiten koennten, muessen wir erst verschiedene Hilfsapparate entwerfen und bauen. An erster Stelle muessen wir ueber einen Tongenerator verfuegen, der einen Ton mit einer moeglichst reinen Sinuskurve abgeben kann und weiter ueber einen stabilisierten ^{Asoden}~~Plattenspannungs-~~apparat.

1. Erfahrungen bei dem Bau eines Tongenerators ohne Schwingungskreise.

Da es bei unseren spaeteren Messungen auf grosse Konstantheit in Frequenz und Amplitude ankommen wird, wurde als Typ fuer unseren Tongenerator das R-C-System gewaehlt. Hauptsächlich sind wir dem Schema von WILLONER und TIHELKA, (A.T.M. Mrz. 41) gefolgt, das in Abb. 1 wiedergegeben ist.

Das Prinzip dieses Apparates kann man wie folgt umschreiben. Wenn ein Verstaerker ueber 2 frequenzabhængige Widerstaende rueckgekuppelt wird, dann koennen Sinusschwingungen entstehen.

In Abb. 2 ist der Apparat schematisch wiedergegeben. Hierbei ist:

G Verstaerkungsfaktor des ganzen Verstaerkers.

E_1 Eingangsspannung

E_2 Ausgangsspannung

i_R Teilstrom durch R

i_C Teilstrom durch C

Augenblickswerte

Die beiden Kondensatoren C und die beiden Widerstaende R sind gleich.

- 2 -

Bei gleicher Phase zwischen Ein- und Ausgang gilt: $E_u = G \cdot E_1$.

Der Spannungsteiler zwischen den Punkten P und Q bestimmt den Zusammenhang zwischen E_u und E_1 , wodurch die Gleichung entsteht:

$$R \cdot i_R + (i_R + i_C) \cdot R + \frac{1}{C} \int_0^t (i_R + i_C) \cdot dt = G \cdot i_R \cdot R$$

Die Spannung ist jedoch in den Punkten A und B gleich, also auch die Spannungsabnahme A-Q und B-Q. Also ist:

$$\frac{1}{C} \int_0^t (i_C) \cdot dt = i_R \cdot R \quad \text{oder:} \quad i_C = R \cdot C \cdot \frac{di_R}{dt}$$

Eine Substitution dieses Wertes fuer i_C liefert:

$$R^2 \cdot C \cdot \frac{di_R}{dt} + (3-G) \cdot R \cdot i_R + \frac{1}{C} \int_0^t i_R \cdot dt = 0$$

Dies ist die Differenzialgleichung des Stromes in einem Schwingungskreis mit Induktivitaet $R^2 \cdot C$, Kapazitaet C und Daempfungswiderstand $(3-G) \cdot R$.

Fuer $G > 3$ wird die Daempfungswiderstand negativ und kann also in diesem Kreis eine Schwingung entstehen. Wenn man dann die Verstaerkung auf den Wert 3 festlegt, so kann die Schwingung ungedaempft erhalten bleiben. Die Frequenz waere:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{R^2 C \cdot C}} = \frac{1}{2\pi RC}$$

mit anderen Worten umgekehrt proportional zu der Kapazitaet C . Die variablen Kondensatoren C gestatten also einen grossen Bereich. Um die Verstaerkung auf 3 festlegen zu koennen, haben WILLONER und TILHELKA den inneren Widerstand einer extra Roehre fuer Wechselstroeme dem Kathodenwiderstand der ersten Verstaerkerroehre parallel gekoppelt, sodass durch Variation dieses inneren Widerstandes der Grad der Gegenkopplung des Verstaerkers beeinflusst wird. Diese extra Roehre bekommt die Steuergitterspannung des Ausganges des Verstaerkers und muss also derartig eingestellt werden, dass der innere Widerstand den rich-

- 3 -

tigen Wert bekommt. Fuer eine mehr ausgedehnte Beschreibung der Schemas von WILLONER und TIHELKA verweisen wir auf den urspruenglichen Artikel:

Essentielle Punkte, denen wir bei Anwendung dieses Prinzips Rechnung tragen muessen, sind also:

1. Der Verstaerker muss aus zwei Stufen bestehen um eine gleiche Phase zu bekommen.
2. Die Verstaerkung muss genau 3 werden bei einem "input" Signal, dass innerhalb des Gitterraumes der ersten Roehre bleibt. Bei einem zu kleinen Signal muss die Verstaerkung grosser als 3 sein, bei einem zu grossen Signal kleiner als 3.
3. Diese Verstaerkung kann nur geregelt und eingestellt werden dadurch dass man die sehr starke Gegenkopplung beeinflusst.
4. Die Gegenkopplung braucht man um die Verstaerkung einzuschaerfen und die Phasengleichheit zu sichern.

Es war uns nicht moeglich dem Schema von WILLONER und TIHELKA genau zu folgen wegen der Materialschwierigkeiten, sodass wir mit den verfuegbaren Materialien verschiedene Versuche angestellt haben einen Apparat zu bauen, der auf demselben Prinzip beruhte, aber im Detail Abweichungen zeigte. Diese Versuche werden jetzt der Reihe nach aufgefuehrt:

a. In unserer ersten Probeaufstellung wurden im Vorverstaerkerteil zwei Roehren des Typs 606 verwendet; als Gleichrichter eine 56 in Diodeschaltung mit durchverbundenen anode und Gitter und als Begrenzungsroehre gleichfalls eine 56. Die variablen Kondensatoren waren keine modernen sondern sehr gute stabile Kondensatoren der General Radio mit einer maximum Kapazitaet von ca. 450 cm und einer minimum Kapazitaet von ca 40 cm. Ein Bereich von 1 auf 10 musste also theoretisch moeglich sein. Beide Kondensatoren waren stabil in einen Aluminium Rahmen aufgestellt werden; die Achsen waren durch eine besondere,

- 4 -

elastische Kupplung verbunden, wobei man jedoch dafür Sorge getragen hatte, dass die Achsen von einander isoliert bleiben. Hierdurch wurde erreicht, dass die drehbaren Platten des vordern Kondensators geerdet werden konnten, zwecks Vorbeugung stoererender Handeffekte.

Das Schema dieser Probeaufstellung ist in Abb. 3 angegeben worden.

Das Ergebnis dieser ersten Probe war nicht ermutigend: ein ganz unbeherrschtes Generieren trat auf. Bei Untersuchung zeigte es sich, dass die Spannung auf der Anode des Gleichrichters sehr klein war, sodass dieser Gleichrichter keinen Strom von Bedeutung liefern konnte. Demzufolge bekam der Begrenzer keine Steuerspannung und dieser konnte also nicht funktionieren. Die Verstaerkung in dem Vorverstaerkerteil wurde viel zu hoch und beide Roehre wurden uebersteuert, wodurch sich ernstliche Verzerrungen ergeben. Hierdurch war natuerlich der Bedingung der Phasengleichheit zwischen Ein- und Ausgangskreis nicht mehr genuegt, sodass auch das Funktionieren nicht mehr reguliert werden konnte. Auch als die Gleichrichterroehre durch eine Cuprox-Zelle ersetzt worden war, besserte sich das Ergebnis nicht; die Steuerspannung des Begrenzers war noch viel zu klein um einigen Einfluss auszuueben.

b. Siehe einliegendes Blatt: 4a.

a. Der Vorverstaerkerteil wurde einer gesonderten Pruefung unterworfen. Hierzu wurde auf das Gitter der ersten 6C6 eine kleine Wechselspannung angebracht, welche man dadurch erhielt, dass ueber die sekundären Wicklung eines Transformators ein Potentiometer geschaltet wurde, sodass dieses "Inputsignal" variabel war. Die Ausgangsspannung wurde auf dem Kathodestrahls-Oszillographen gemessen, damit die Belastung moeglichst konstant bleibe. Das Schema dieser Probeaufstellung ist in Abb. 4 ^h angegeben worden.

Es zeigte sich, dass bei einem Kathodenwiderstand R_1 von 3000Ω eine Verstaerkung von $z \approx 3$ erzeugt wurde, als der Gegenkopplungswi-

* 4a -

b. Als Begrenzer nahm man jetzt eine dritte Penthode des Typs 606, moeglichst genau den Angaben des Schemas von WILLONER und TIHELKA gemess. Tatsaechlich erhielt man jetzt ein Generieren mit der richtigen Frequenz und einer mehr oder weniger sinusfoermige Kurve. Dadurch dass man das "Inputsignal" verkleinerte, konnte diese Kurve noch verbessert werden, aber rein sinusfoermig konnte die Figur nicht erreicht werden. Zur Beurteilung wurde hierbei das Bild auf einem Kathodenstrahl-Oszillographen verwendet, im Vergleich mit der Sinusform eines anderen Tongenerators.

Ausser der Verzerrung hatte diese zweite Probeaufstellung einen noch ernstlicheren Fehler: es zeigte sich die Amplitude stark abhaengig von der Frequenz; je nachdem die Frequenz sich naemlich erhoehte, verminderte sich regelmessig die Amplitude bis bei einem Stand der Kondensatoren auf ca. 70 (d.h. bei einer Kapazitaet von ca. 150 cm) ueberhaupt kein Signal mehr gemessen werden konnte.

Ueber den "brauchbaren" Kondensatorenbereich war weiter der Frequenzverlauf auch nicht derartig, wie erwartet wurde, naemlich nur 1 auf $2\frac{1}{2}$ statt 1 auf 6.

Obschon der Apparat jetzt moeglichst genau nach den Angaben von WILLONER und TIHELKA gebaut worden war, (mit Ausnahme des Endverstaeckerteiles, der vorlaeufig weggelesen war), war das Ergebnis nicht schoen.

- 5 -

derstand R_2 (den wir von 6000 auf 25000 Ω variierten) einen Wert von ca. 12000 Ω hatte.

Die Sinusform blieb perfekt bis zu einem "Inputsignal" von fast 2 Volt; bei grosserem Signal trat Verzerrung auf. Auf dem Oszillographen war deutlich zu sehen, dass die Ursache dieser Verzerrung in dem Ueberschreiten der Gitterraume der Roehren gelegen war; die Spitzen der Sinuskurve wurden einfach abgeschnitten. Auch war ersichtlich, dass dies am ersten bei einer der Roehren auftrat, (der zweiten, die ein verstaerktes "Input" Signal zu verarbeiten hat) und erst bei hoeherer Wechselspannung auf dem ersten Gitter (gut 3 Volt) auch bei der anderen Roehre. Zuerst wurden naemlich die Spitzen auf der einen Seite der Sinuskurve abgeschnitten und erst spaeter auch auf der anderen Seite. In Abb. 5 sind diese Kurven angegeben worden, wobei durch Regelung der Verstaerkung des Oszillographen vorgesorgt wird, dass die totale Hoehe der Abbildung immer dieselbe ist.

Abb. 5a zeigt die normale Sinuskurve bei "Input" Spannung 1 Volt.

Abb. 5b " " einseitig abgeschnittene Kurve bei $2\frac{1}{2}$ Volt.

Abb. 5c " " zweiseitig " " " $3\frac{1}{2}$ Volt.

Abb. 5d " " " " " " 5 Volt.

Aus Abb. 5c kann man noch erkennen, dass die Ueberbelastung der zweiten Roehre staerker ist, als die der ersten, denn das Abschnitt an der oberen Seite ist staerker als an der unteren Seite. Wenn das Signal noch mehr hierauf getrieben wird, dann ist diese Differenz nicht mehr festzustellen; das Ergebnis ist dann eine nahezu rechteckige Abbildung in der die urspruengliche Sinuskurve kaum zurueckzufinden ist (Abb. 5d).

Aus diesen Proben ist deutlich ersichtlich, dass der Vorverstaerkerteil gut funktioniert. Nur muessen wir offenbar darauf acht geben, dass das "Input" Signal nicht grosser als ca. $1\frac{1}{2}$ Volt wurde. Bei einer Verstaerkung 3 bedeutet das, ein "Output" Signal von ca. 5 Volt,

- 6 -

welche Spannung dann fuer das richtige Arbeiten des Begrenzers ausreichend sein muss.

4. Auch der Begrenzer wurde gesondert geprueft, sowohl mit einer Triode des Typs 56, als mit einer Penthode des Typs 608. Dieser Begrenzer steht fuer Wechselstroeme dem Kathodenwiderstand R_1 parallel geschaltet (siehe Abb.4) und muss das Verhaeltnis der Widerstaende R_1 und R_2 derartig beeinflussen, dass bei keiner oder zu kleiner Steuerspannung auf den Begrenzer die Verstaerkung des Vorverstaerker-teiles mehr als 3 betraegt, waehrend bei vollstaendiger Steuerspannung auf dem Begrenzer diese Verstaerkung unter den Werte 3 sinken muss.

Es zeigte sich, dass der innere Widerstand einer 56 ohne Gitterspannung ca 7000 betrug, waehrend bei einer negativen Gitterspannung von 5 Volt dieser innere Widerstand bis auf ca 12000 Ω erhoecht wurde. Die gewuenschte Einstellung musste also theoretisch moeglich sein, wobei der Kathodewiderstand R_1 dann ca 4000 Ω genommen werden musste um z.B. bei 4 Volt "Output" Spannung eine Verstaerkung 3 zu bekommen.

Auf dieselbe Weise wurde der 608-Begrenzer geprueft. Dieser hatte, wie in dem Schema WILLONER und TIHELKA, Gegenkopplung um die sehr hohe Impedanz zu verkleinern. Waehrend WILLONER und TIHELKA jedoch angeben, dass die Impedanz eines derartigen Systemes durch die Steuerungspannungsvariation zwischen ca. 2000 und 20000 Ω wechseln kann, konnte wir nur eine Variation von 8000-14000 Ω erhalten, wobei die Gitterspannung sich um 4 Volt aenderte.

Laut dieser Messungen musste also der Triode-Begrenzer ungefaehr denselben Effekt als der Begrenzer mit einer Penthode haben, waehrend in beiden Faellen die Einstellung von R_1 und R_2 ziemlich kritisch sein wuerde.

5. Mit den Daten aus der Pruefungen 2 und 4 wurde wieder versucht

- 7 -

ein gehoeriges Resultat zu bekommen. Das Schema war im Prinzip wieder dem im Abb. 3 ^{an} gegebenen Schema gleich, jedoch mit einer Cuprox-Zelle als Gleichrichter. Das Resultat war jetzt eine gute Sinusform (welche man erhielt dadurch dass man das "Input" Signal genuegend verkleinerte), aber noch immer war die Amplitude von der Frequenz stark abhaengig und ueber eine bestimmte Frequenz war kein Signal mehr fest zu stellen.

f. Es wurde jetzt versucht, die Steuerspannung des Begrenzers zu erhoechen und auf diese Weise diesen Begrenzer empfindlicher zu gestalten. Dazu wurden in die Vorverstärkung zwei Trioden (Typ 56), die einen bedeutend grosseren Gitterraum als die urspruenglich verwendeten Pentoden hatten, montiert.

In einer anderen Aufstellung wurde derselbe Gedanke mit zwei Trioden in einem glaesernen Ballon: einer Roehre des Typs 6C8G, ausgefuehrt.

Auch in dieser Aufstellung en erreichte man dasselbe Resultat: gute Sinusform, kein Signal ueber eine bestimmte Frequenz, zu kleinen Bereich der Kondensatoren.

g. In diesem Stadium unserer Versuche haben wir uns mit Herrn Peeckel in Rotterdam verstaendigt, der einen Tongenerator nach denselben Ideen gebaut hatte. Es zeigte sich, dass er im Laufe eines Jahres und mehr dieselbe Schwierigkeiten erfahren hatte, die auch die und die unsrigen waren. Auch bei ihm hatten verschiedene Versuche immer dasselbe Resultat gehabt, bis als Hauptsache der Schwierigkeiten die schaedliche Kapazitaet des Kondensators C_1 (siehe Abb. 3) gegen Erde angewiesen werden konnte. Diese vermindert naemlich bedeutend den Bereich des Kondensatorsatzes und variiert ausserdem je nachdem der Stand des Kondensators ist. Man konnte diese Schwierigkeit zum grosssten Teil wegschaffen dadurch dass man den Kondensator C_1 weit entfernt von allen metallenen Teilen montierte. Es war sogar notwendig,

- 8 -

in den metallenen Montagechassis ein Loch unter diesem Kondensator zu schlagen! Darüber hinaus schaltete man parallel auf C_2 einen "Trimmer" um die zwei Kapazitäten wieder einander gleich zu machen. Dadurch wurde jedoch die Null-Kapazität erhöht, sodass der Bereich nicht mehr vollständig 1 auf 10 zu bekommen war. Ein zweiter Grund von Schwierigkeiten war die Notwendigkeit, die Widerstände R_1 und R_2 genau einander gleich zu machen. Dies konnte nicht durch einen variablen Widerstand stattfinden, denn diese zeigte eine zu sehr störende Kapazität, sodass die einzige Lösung war aus einem grossen Vorrat zwei gleiche Widerstände auszusuchen.

Als dritte Schwierigkeit nannte Herr Peckel die Trägheit des Begrenzers, besonders durch den grossen Abflachkondensator auf dem Gitter der Begrenzungsrohre. Hierdurch entstand leicht eine Inkonsistenz in dem Verstärkungsgrad, die ueber das Zulässliche hinausging. Es zeigte sich, dass eine Triode in dieser Hinsicht besser war als eine Pentode. Ein ganz anderes System der Begrenzung, naemlich mit einer Gluebirne als strom-abhaengiger Widerstand, hatte Herrn Peckel noch am besten gefallen. Es war ihm jedoch nicht gelungen die meist geeignete Roehre zu diesem Zweck zu finden, sodass ein perfektes Resultat noch nicht erreicht wurde.

Es stellt sich also heraus, dass unsere Schwierigkeiten hauptsächlich durch die Materiallage bestimmt werden, da es uns unmöglich war gleiche Widerstände R_1 und R_2 auszusuchen. Ebenso wenig konnten wir eine Gluebirne eines speziellen Typs (mit einem duennen Wolfram-Gluehdraht) beschaffen. Wir waren also gezwungen unsere Versuche zeitweilig aufzugeben.

2. Der Bau eines stabilisierten Plattenspannungsapparates.

a. Das Schema nach welchem dieser Apparat gebaut wurde und das uns

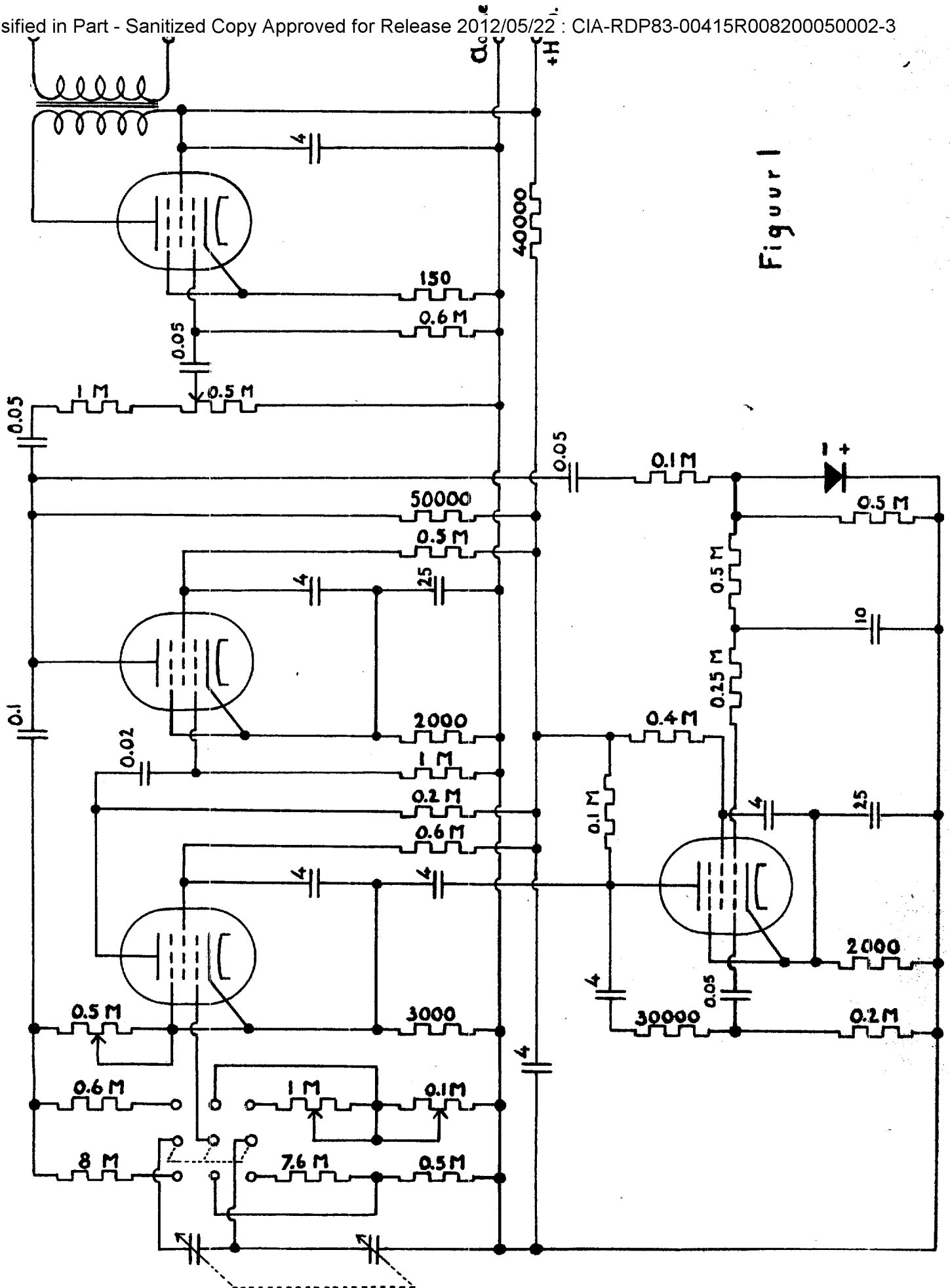
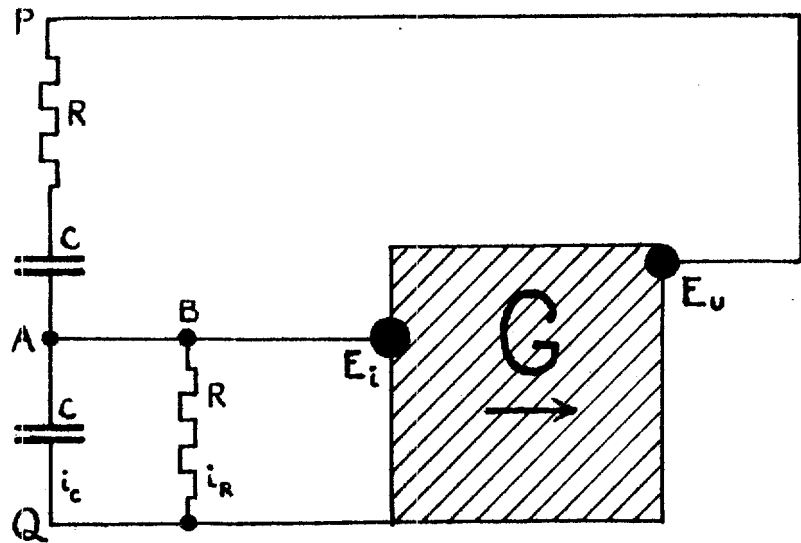
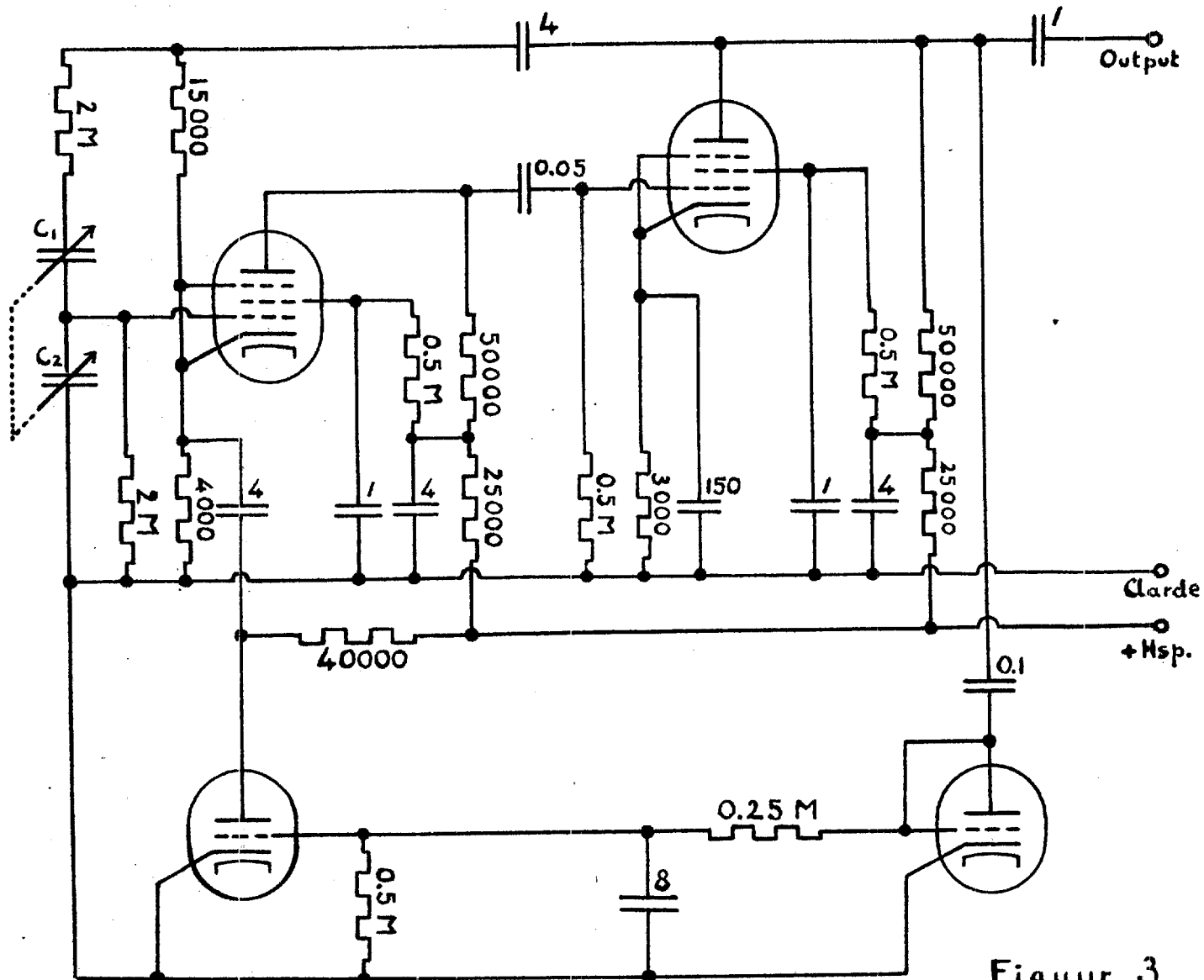


Figure 1



Figuur 2



Figuur 3

- 9 -

im Prinzip von Dr. H. Etsold angegeben wurde, ist abgebildet in Abb. 6. Hinter dem normalen ^{Anoden}Plattenspannungsapparat wird also ein ^{er}Stabilisationsteil eingeschaltet, wodurch erreicht werden soll, dass die Ausgangsspannung B von eventuellen Schwankungen der Netzspannung und der Belastung R_D unabhängig wird.

1. Nehmen wir an, dass die Spannung A eine gewisse Variation haben kann infolge von Schwankungen der Netzspannung. Diese Spannung wird sich dann z. B. erhöhen bis auf $A + \delta A$. Hierdurch wird also die Spannung auf der Anode von L_1 (eine Penthode des Typs 6C6) in erster Instanz grösser; wir würden also aus diesem Grunde ein Ansteigen der Anodespannung und eventuell, sei es auch in geringeren Masse wegen der festen Schirmgitterspannung, ein Ansteigen des Anodenstromes erwarten.

Durch den Spannungsteiler R_1, P_1, R_2 wird jedoch die Steuer- gitterspannung von L_1 grösser und dadurch erhöht sich der Anodestrom in beträchtlichem Masse. Der Spannungseffekt ueber der Belastungswiderstand R_4 wird also grösser und auf diese Weise kann bei geeigneter Wahl von Widerstaenden erreicht werden, dass die Anodespannung von L_1 nicht grösser, sondern kleiner wird wenn die zugefuehrte Spannung ansteigt. Diese Anodespannung ist jedoch auch die Gitterspannung von L_2 (eine Triode des Typs 2A3, mit grossem Anodestrom), sodass in L_2 zwei entgegengesetzte Einflüsse auftreten: eine ansteigende Anodespannung und eine abnehmende Gitterspannung. Diese zwei Einflüsse koennen einander gerade aufheben, wodurch dann der Strom durch L_2 und damit die

- 10 -

Spannung B konstant bleibt.

2. Wenn die Belastung variiert, dann wird sich in erster Instanz die Spannung B ändern. Wenn die Belastung z.B. abnehmen würde, dann steigt die Spannung B an bis $B + \delta B$. Ueber den Spannungsteiler R_7, P_2, R_8 nimmt dann die Steuergitterspannung von L_1 zu, wodurch der Anodestrom sich vergrößert. Dieser Effekt wird noch verstärkt, dadurch dass auch die Schirmgitterspannung zunehmen wird.

Der Spannungsabfall ueber R_4 vergrößert sich wieder, wodurch die Anodespannung von L_1 und also die Gitterspannung von L_2 abnimmt. Die Röhre L_2 wird also zgedrueckt, wodurch gerade erreicht wird, dass die Spannung B kleiner wird. Auf diese Weise kann also die Variation δB den Änderungen in der Belastung zufolge aufgehoben, oder wenigstens auf ein Minimum beschränkt werden.

3. Eine mehr ausgedehnte Berechnung der hier erwähnten Effekte folgt unten. Der Stabilisationsteil unseres Apparats ist in Abb. 7 auf neue angegeben worden, wobei der Anodenstromteil als ein Generator mit einer Spannung E und einem inneren Widerstand R_1 dargestellt worden ist.

Die Spannung E kann jetzt also eine Variation δE zeigen durch den Einfluss der Netzspannungfluktuationen. Die Ausgangsspannung B wird eine gewisse Variation δB durch denselben Einfluss und durch den wechselnden Belastungswiderstand R_2 haben koennen, waehrend der Strom i_2 durch L_2 eine Variation δi_2 infolge derselben Ursachen haben wird.

Wir koennen jetzt die Spannungen und Spannungsvariationen auf verschiedene Punkte der Aufstellung berechnen, ebenso wie die Stroeme und Stromvariationen in verschiedenen Kreisen, ausser den in der Abbildung angegebenen Werten fuer die auswendigen Widerstaende und Span-

- 11 -

nungen gebrauchen wir die nachfolgenden Notierungen:

Gitterspannung L_1				V_{g1}
Gitterspannung L_2				V_{g2}
Schirmgitterspannung L_1				V_s
Anodespannung L_1				V_{a1}
Anodespannung L_2				V_{a2}
Anodestrom L_1				i_1
Anodestrom L_2				i_2
Schirmgitterstrom L_1				i_s
Strom in A				i_0
Innerer Widerstand L_1	$\frac{dV_{a1}}{di_1}$			R_{L1}
Innerer Widerstand L_2		$\frac{dV_{a2}}{di_2}$		R_{L2}
Widerstand Schirmgitterkreis L_1			$\frac{dV_s}{di_s}$	R_s
Steilheit L_1		$\frac{di_1}{dV_{g1}}$		S_1
Steilheit L_2	$\frac{di_2}{dV_{g2}}$			S_2
Steilheit Schirmgitter-Steurgitter L_1		$\frac{di_s}{dV_{g1}}$		S_s
Steilheit Anode-Schirmgitter L_1			$\frac{di_1}{dV_s}$	S_a

Der innere Widerstand von L_2 (eine Neonroehre des Type 4687) vernachlaessigen wir mit Bezug auf den Widerstand R_1 und also gewiss mit Bezug auf den Widerstand $(R_2 + R_{L2})$. Die Spannung V_{g1} laesst sich auf den auswendigen Widerstaenden und Spannungen errechnen, da wir voraussetzen, dass das Steurgitter von L_1 keinen Strom nimmt. Die Variationen von V_{g1} ist nur dann abhaengig von den Aenderungen in den Spannungen A und B und von der Stromvariation di_0 , da die dA wieder davon abhaengig ist. Wir bekommen:

$$(I) \quad dV_{g1} = \frac{a \cdot R_5}{R_5 \cdot R_6} \cdot dA = \frac{b \cdot R_5}{R_5 \cdot R_6} \cdot dB$$

Fuer die Spannungsvariation auf dem Schirmgitter von L_1 , dV_s und fuer die Stromvariation di_s haben wir die Gleichungen:

- 12 -

$$(II) \quad dV_s = dB - di_s \cdot R_4 \quad \text{und}$$

$$(III) \quad di_s = dV_s / R_s + S_s \cdot dV_{g1}$$

Auf dieselbe Weise haben wir fuer dV_{a1} und di_1 die Gleichungen:

$$(IV) \quad dV_{a1} = dA - di_1 \cdot R_2 \quad \text{und}$$

$$(V) \quad di_1 = \frac{dV_{a1}}{R_{L1}} + S_1 \cdot dV_{g1} + S_a \cdot dV_s$$

Fuer die Verhaeltnisse in der Roehre I_2 haben wir die Gleichungen:

$$(VI) \quad dV_{a2} = dA - dB \quad ,$$

$$(VII) \quad dV_{g2} = dV_{a1} - dB \quad \text{und}$$

$$(VIII) \quad di_2 = \frac{dV_{a2}}{R_{L2}} + S_2 \cdot dV_{g2}$$

Schliesslich gelten noch die folgenden Beziehungen:

$$(IX) \quad dA = dE - R_1 \cdot di_0 \quad \text{und}$$

$$(X) \quad di_0 = di_1 + di_2 + \frac{dA}{P_1} + \frac{dA}{R_1}$$

Die Stromvariation durch den Belastungswiderstand setzen wir di_2 gleich. Der Strom durch R_4 und durch P_2 ist naemlich selbst schon geringfaegig, waehrend ausserdem die Ausgangsspannung B moeglichst konstant gehalten werden wird. Die Aenderungen in den Stromstaerken durch R_4 und P_2 koennen also vernachlaessigt werden.

Wir duerfen jedoch nicht die Stromvariationen in den Parallelwiderstaenden R_1, P_1 und R_2 vernachlaessigen, denn die Spannungsvariationen dA sind richtig und ausserdem ist besonders der Strom durch R_1 viel grosser als der durch die Widerstaende R_4 und P_2 .

Wenn wir jetzt aus den Gleichungen (I) bis (X) alle Variationen eliminieren, mit Ausnahme der Variationen von Eingangs- und Ausgangsspannung und der Belastungsstromstaerke, bekommen wir:

$$di_2 \cdot (1 + X) = dE \cdot X / R_1 - dB \cdot (Y \cdot X + Z) \quad , \text{ worin:}$$

- 13 -

$$X = \frac{S_2 \cdot R_{L1} \cdot \left\{ \frac{R_{L1} R_2}{R_{L1} \cdot R_{L2} \cdot S_2} + 1 - \frac{R_2 \cdot S_1 \cdot a \cdot R_6}{R_5 + R_6} + \frac{R_2 (S_2 \cdot a \cdot R_4 \cdot R_5 \cdot S_2 \cdot R_6)}{(R_4 + R_5)(R_5 + R_6)} \right\}}{(R_{L1} + R_2) \left\{ \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{L1} + R_2} + \frac{R_{L1}}{R_{L1} + R_2} \left(\frac{S_1 \cdot a \cdot R_6}{R_5 + R_6} - \frac{R \cdot R \cdot S \cdot S \cdot a \cdot R_6}{(R_4 + R_5)(R_5 + R_6)} \right) \right\}}$$

$$Y = \frac{R_{L1}}{R_{L1} + R_2} \left\{ \frac{S_1 \cdot b \cdot R_4}{R_5 + R_6} + \frac{S_2 \cdot R_4}{R_4 + R_5} \left(1 - \frac{R_4 \cdot R_5 \cdot S_2 \cdot b}{R_5 + R_6} \right) \right\}$$

$$Z = \left(\frac{(1 + S_2 \cdot R_{L2})(R_{L1} + R_2)}{R_{L1} \cdot R_{L2} \cdot S_2} + \frac{R_2 \cdot S_1 \cdot b \cdot R_5}{R_5 + R_6} + \frac{R_5 \cdot R_2 \cdot S_2}{R_5 + R_4} \left\{ 1 - \frac{R_4 \cdot R_5 \cdot S_2 \cdot b}{R_5 + R_6} \right\} \right) \frac{S_2 \cdot R_{L1}}{R_{L1} + R_2}$$

Bei konstanter Belastung und variierender Eingangsspannung finden wir fuer die Reduktion der Spannungsfluktuationen:

$$\frac{dB}{dE} = \frac{X}{R_1 \cdot (YX + Z)}$$

Bei konstanter Eingangsspannung und variierender Belastung bekommen wir fuer den inneren Widerstand des ganzen Apparates:

$$\frac{-dR}{di_2} = \frac{1 \cdot X}{YX + Z}$$

In diesen Formeln treten eine Anzahl Konstanten in Erscheinung und zwar w.a. die verschiedenen charakteristischen Groessen der verwendeten Roehren. Einige dieser Roehren waren in den offiziellen Daten nicht auffindbar, naemlich die R_5 , S_2 und S_1 . Durch eine ausgedehnte Serie von Messungen an einem 606 haben wir diese Groessen und zur Kontrolle auch die normalen R_{L1} und S_1 selbst bestimmt. Das Resultat einer Serie dieser Messungen ist in Abb. 8 angegeben worden, in der die normalen $i_a - V_{g1}$ und $i_s - V_{g1}$ charakteristiken gezeichnet sind, jedoch bei einer festen Anodespannung von 200 Volt und verschiedenen Schirmgitterspannungen. Wir fanden aus diesen Messungen:

$$R_5 = 45000 \quad \text{bis} \quad 60000 \quad \Omega$$

$$S_2 = 30 \cdot 10^{-5} \quad \text{bis} \quad 45 \cdot 10^{-5} \quad \mu/V$$

- 14 -

$$S_a = 65 \cdot 10^{-6} \text{ bis } 80 \cdot 10^{-6} \text{ A/V}$$

$$R_{L1} = 13 \cdot 10^6 \text{ bis } 16 \cdot 10^6$$

$$S_1 = 11 \cdot 10^{-4} \text{ bis } 14 \cdot 10^{-4} \text{ A/V}$$

Die ziemlich starken Differenzen in den Resultaten entstehen durch die verschiedenen Einstellungen der Röhre. Einige Messungen sind namentlich bei stark von dem Normalen abweichenden Anode- und Schirmgitterspannungen, z.B. bei V_a 75 Volt und V_g 200 Volt!, ausgeführt. Die Werte, die wir bei einer normalen Einstellung fanden, sind:

$$R_g = 50000 \Omega ; \quad S_g = 35 \cdot 10^{-5} \text{ A/V} \quad \text{und} \quad S_a = 7 \cdot 10^{-5} \text{ A/V}$$

Diese Werte können wir also in der weiteren Berechnung gebrauchen, da wir in unserem Stabilisationsapparat mit einer sehr normalen Einstellung von L_1 zu schaffen haben. Die Anodespannung war namentlich zu 200 Volt und die Schirmgitterspannung 75 Volt.

Die Einstellungen a und b der beiden Potentiometer müssen jetzt die Stabilisationsbedingungen erfüllen, d.h. die beiden Ausdrücke für den inneren Widerstand und für die Reduktion der Spannungsfuktuationen auf ein Minimum beschränken. Weiter sind wir natürlich mehr oder weniger frei in der Wahl der auswendigen Widerstände, aber in dieser Beziehung stellt die Praxis schon sofort andere Anforderungen als die Theorie. Es wäre namentlich theoretisch vorteilhaft R_3 klein und b gross zu wählen. Das kann jedoch unmöglich zusammengehen ohne V_{g1} stark positiv zu machen und auf diese Weise würden R_2 und i_1 beide gross sein müssen, was auch nicht möglich ist. Dasselbe gilt für i_g und R_4 .

Im Allgemeinen gehen die Anforderungen der Praxis darauf hinaus, dass wir dafür Sorge tragen müssen, dass L_1 eine mehr oder weniger normale Einstellung bekommt, wodurch dann die Variationen dV_{g1} innerhalb des Gitterraumes der Röhre bleiben. Diesem Gitterraum ist in den Formeln keine Rechnung getragen; die Berechnung gilt jedoch natürlich nur in diesem Gebiet, wo die Charakteristiken der Röhre

- 15 -

gerade verlaufen. In einem anderen Gebiet koennten wir naemlich gar nicht von einem bestimmten Wert fuer R_g, S_g usw. sprechen. Mit unseren Widerstandswerten und den gemessenen Werten fuer R_g, S_g und S_a finden wir dann die folgenden Ergebnisse:

Bei	$a = 0.20$	und	$b = 0.3$	wird	der	innere	Widerstand	-230Ω
"	$a = 0.16$	"	$b = 0.4$	"	"	"	"	$- 35 \Omega$
"	$a = 0.12$	"	$b = 0.5$	"	"	"	"	60Ω
"	$a = 0.10$	"	$b = 0.6$	"	"	"	"	110Ω

Es zeigt sich, dass bei einem bestimmten Wert von a dieser innere Widerstand nicht so stark abhaengig von b ist, aber natuerlich muss b derartig gewaehlt werden, dass das Gitter von L_1 auf dem richtigen Potential eingestellt worden ist. Es stellt sich also heraus, dass die besten Werte fuer die Einstellungen der beiden Potentiometer ungefaehr in der Naehs von $a = 0.14$ und $b = 0.40$ liegen, wobei der innere Widerstand praktisch Null wird und die Reduktion der Spannungsfluktuationen besser ist als 1 auf 25. Durch eine etwas geaenderte Einstellung koennen wir auch erreichen, dass diese Reduktion der Fluktuationen noch besser wird, aber dann ist der innere Widerstand etwas groesser. Wenn man die Einstellung mit Hilfe eines Kathodenstrahl-Oszillographen so moeglichst gut macht, kann leicht eine Reduktion der Spannungsschwankungen erreicht werden, besser als 1 auf 300 bei einem inneren Widerstand von einigen Ohm.

Das Ergebnis, das wir mit diesem ziemlich einfachen Stabilisationssystem erreicht haben, war sehr gut zu nennen. Eine Variation der zugefuehrten Wechselspannung zwischen 200 und 240 Volt zeigte eine kaum merkbare Variation der Spannung B , wie aus Abb. 9 ersichtlich ist, in welcher die zugefuehrte Wechselspannung und die gemessene "Output" Spannung bei einer Stromabnahme von 30 mA einander gegenuebergestellt sind. Weiter zeigte es sich, dass eine Stromabnahme

- 16 -

Variation von $1\frac{1}{2}$ zu 45 mA auf die "Output" Spannung keinen bedeutenden Einfluss hatte: die Variationen waren nicht grosser als ca 1 Volt. Nur wenn die zugefuehrte Wechselspannung viel von 220 Volt abwich, war eine etwas grossere Differenz bei wechselnder Belastung merkbar. So fanden wir z.B. bei einer Wechselspannung von 200 Volt eine "Output" Spannung

von 316 Volt bei $1\frac{1}{2}$ mA Belastung,

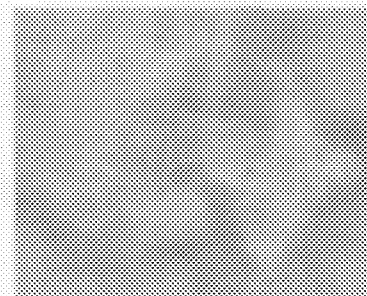
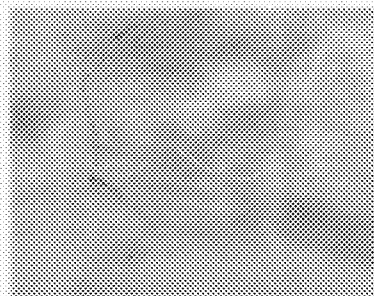
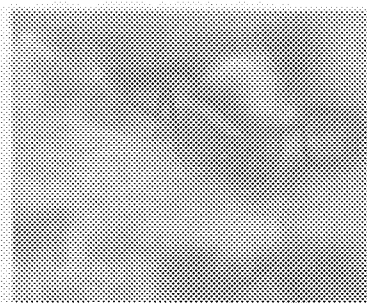
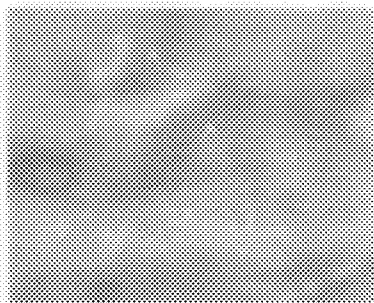
318 Volt bei 25 mA "

und 308 Volt bei 45 mA " .

Bemerkenswert war die Weise auf welcher die Stabilisation auf dem Kathodestrahls-Oszillographen nachzugehen war. Wenn die Potentiometer P_1 und P_2 nicht auf den richtigen Wert eingestellt worden waren, zeigte die "Output" Spannung noch eine gehoerige Runzel. Aus Abb. 10 ist dies ersichtlich; die Runzel war ca $2\frac{1}{2}$ Volt. Wenn wir an der richtigen Einstellung naehern, dann kann die "Output" Spannung nicht mehr soviel variieren durch die Stabilisierende Wirkung. Das Gitter von L_1 ist jedoch noch nicht auf die richtige Vorspannung gebracht und kann also noch nicht seinen vollstaendigen Einfluss ausueben, da bei zu stark negativen Gitter (relativ im Bezug auf die Kathode) die Roehre L_1 ganz zu gedrueckt wird, waehrend bei einer zu sehr in die Hoehe gehobenen Gitterspannung ein Gitterstrom entsteht und der Anodestrom nicht mehr soviel ansteigt als mit der Gitterspannungsvariation uebereinstimmen wuerde.

Das Resultat ist aus Abb. 10 b ersichtlich, in welcher die grosssten Spitzen der Runzel schon abgeschnitten sind. Bei einer besseren Einstellung bekommen wir bezw. Abb. 10 c und 10 d. Auch in der besten Einstellung ist noch eine kleine Runzel uebriggeblieben, welche jedoch nicht mehr mit der urspruenglichen Runzel zu vergleichen ist; in unserer besten Einstellung war die Runzel nur noch 50 bis 60 Millivolt.

- 19 -



Mit diesem Apparat haben wir also eine gut abgeflachte und stabilisierte Spannung von gut 300 Volt bekommen, während eine Stromabnahme bis zu .45 Milliampere möglich ist. Dies ist fuer weitere die meisten Falle in der Praxis ausreichend, da der Apparat ausschliesslich als Hilfsapparat verwendet wird.

Harlem, Dezember 1943

K.H.J. Jenker

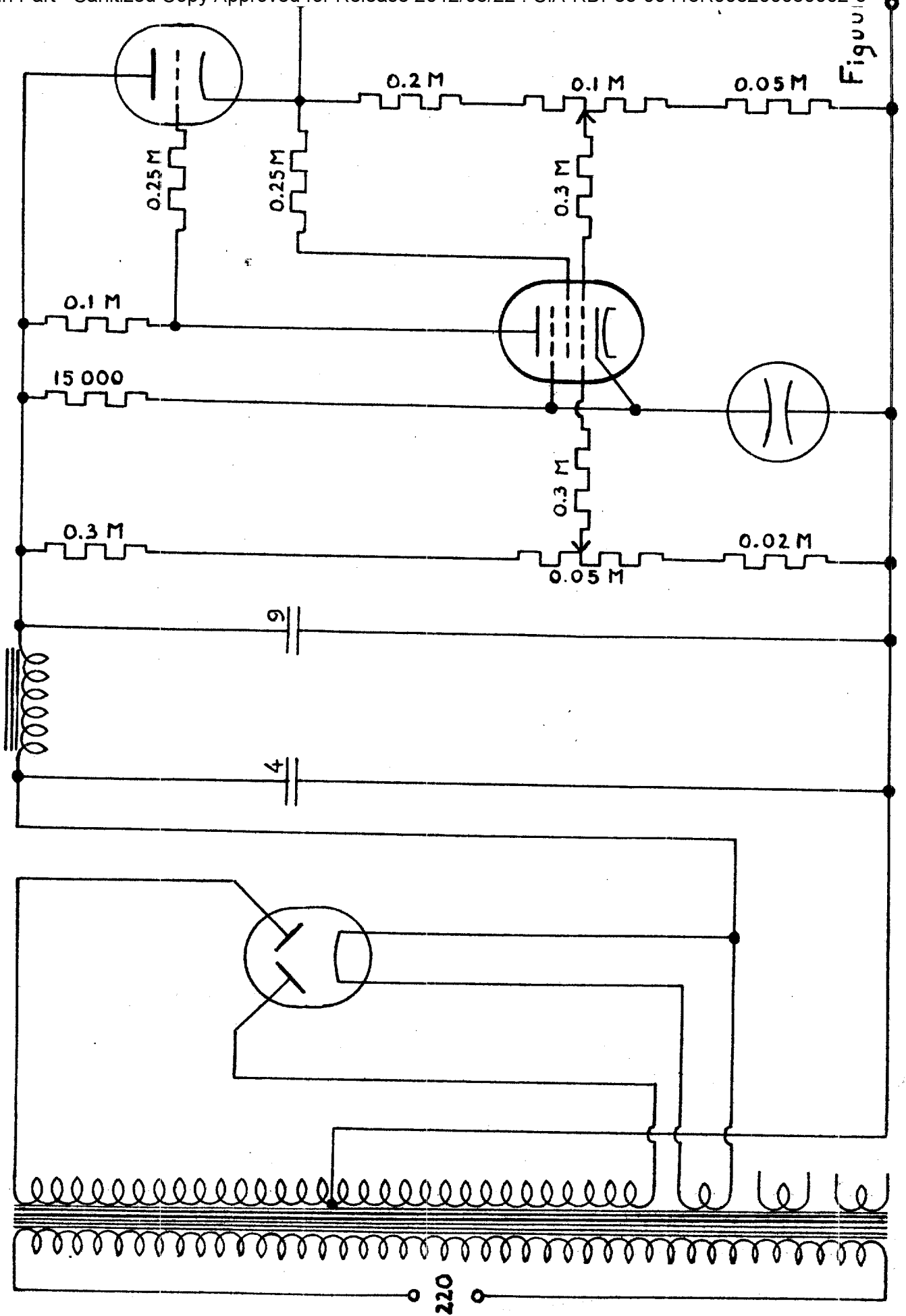
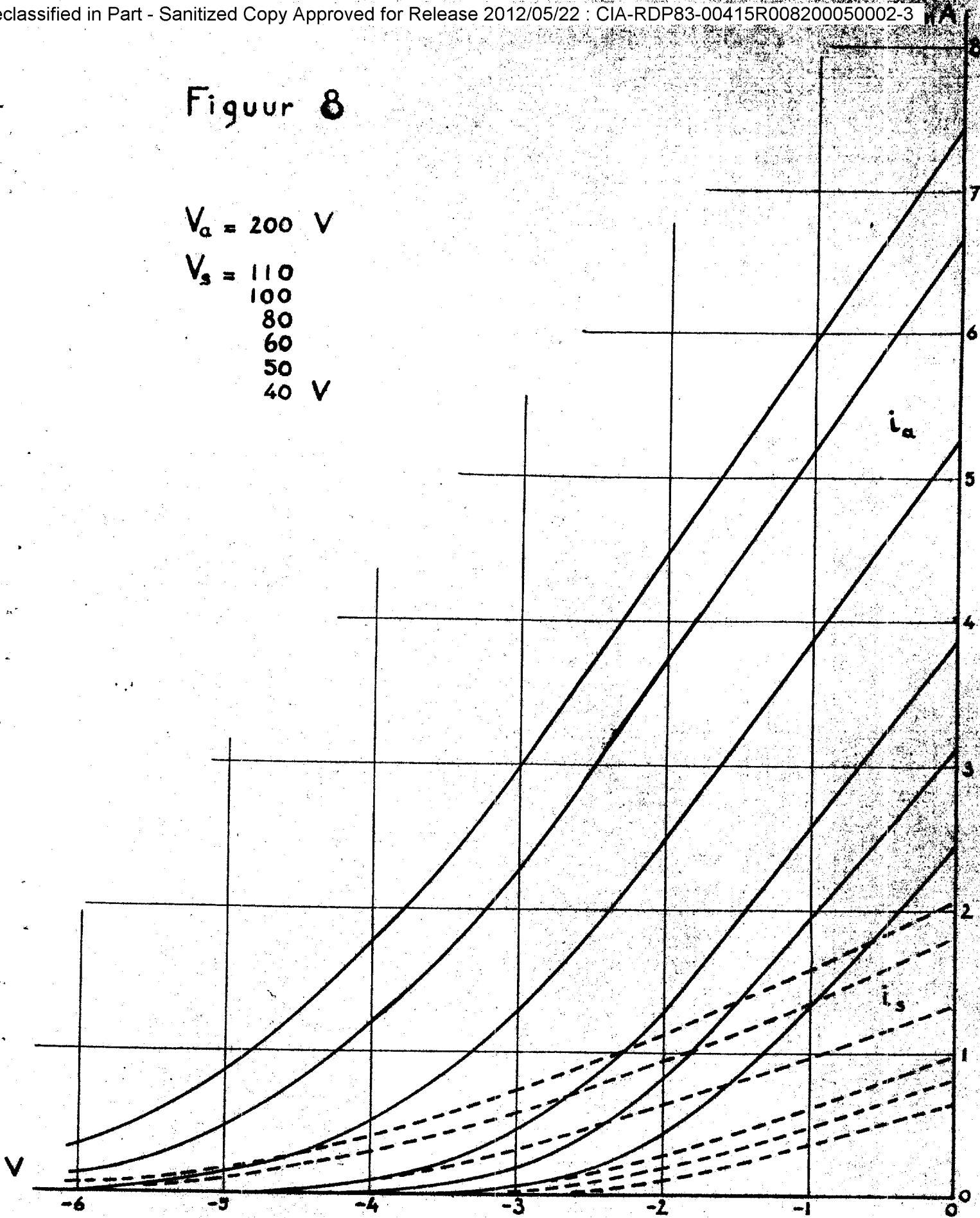


Figure 6

Figuur 8

$V_a = 200 \text{ V}$
 $V_s = 110$
100
80
60
50
40 V



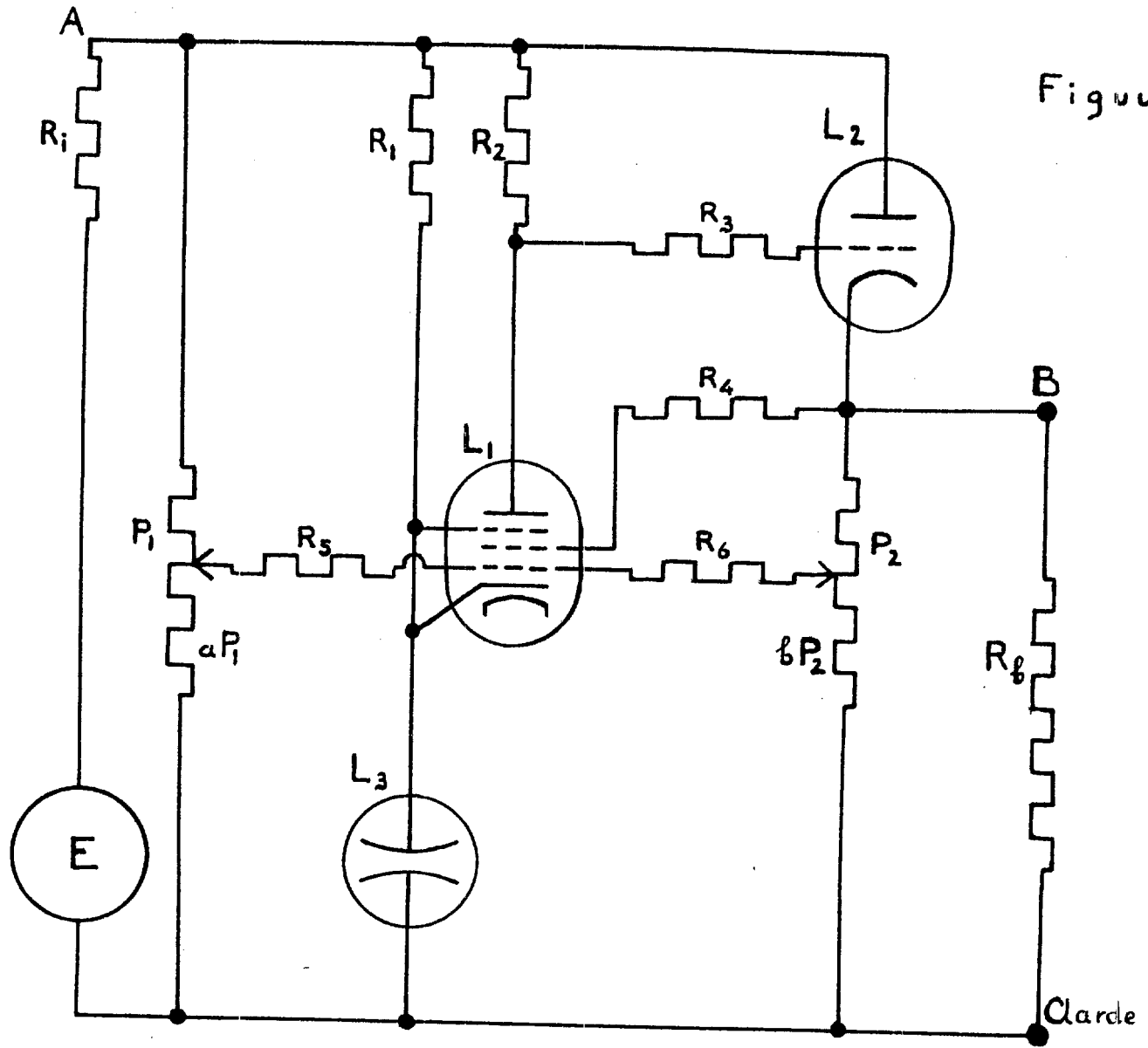


Figure 7

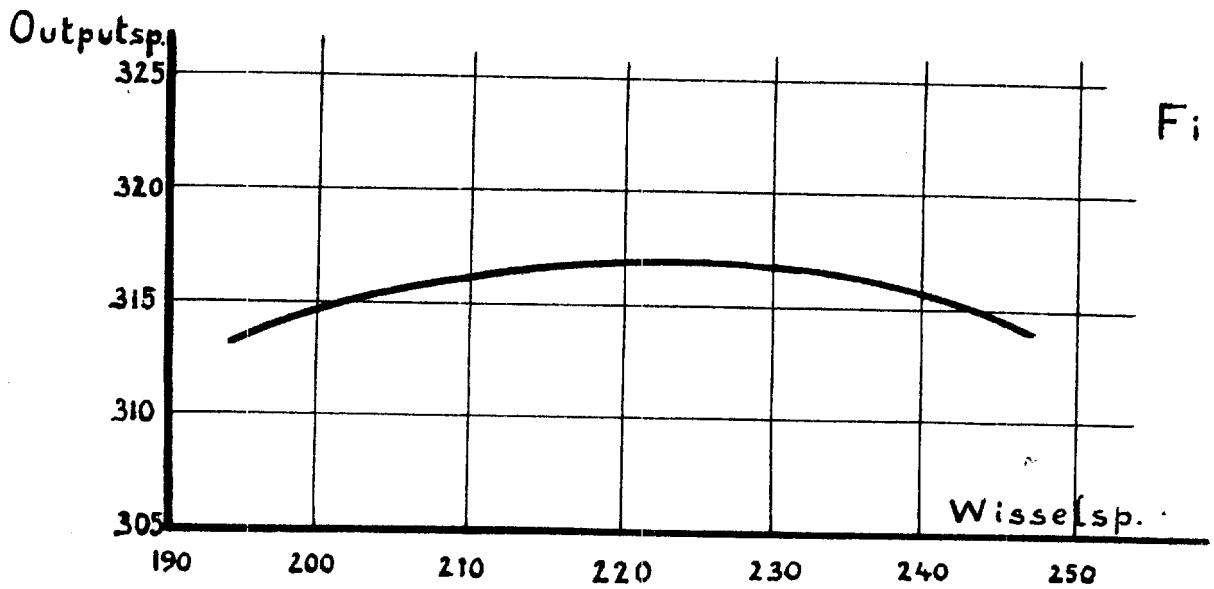
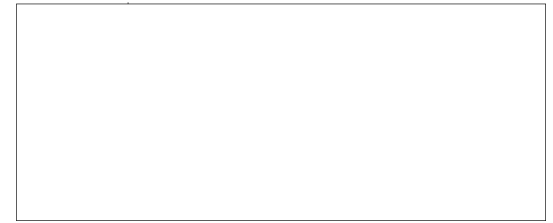


Figure 9

50X1-HUM

Page Denied

"LIGEL"**SECRET**ELECTRO-ACOUSTISCH LABORATORIUM
p/a LAB. v. TECHNISCHE PHYSICA

F

DIE DRUCKEMPFINDLICHKEIT DES FOTOGRAFISCHEN MATERIALS.
THE PRESSURE-SENSITIVITY OF PHOTOGRAPHIC MATERIALSENGINEER IRg. H. DE ZEEUWBERICHT NR. 1.
REPORT NO. 1

50X1-HUM

ZEITRAUM bis zum 1. Januar 1943
PERIOD:INHALT:
CONTENTS:

I	Einleitung und Problemsetzung	Seite	1
II	Literatur	"	1
III	Kurzer Ueberblick der Forschungsarbeiten	"	5
IV	Statischer Druck	"	5
V	Dynamischer Druck	"	8
	a. Konstruktionsapparat und Reproduzierbarkeit der Messungen.		
	b. Geschwindigkeitsabhaengigkeit.		
	c. Druckabhaengigkeit; Abhaengigkeit der Groesse und der Form der Spitze.		
VI	Schlussbetrachtung	"	12
VII	Literaturangaben	"	13

SECRET

F

DIE DRUCKEMPFINDLICHKEIT DES FOTOGRAFISCHEN MATERIALS.

I. EINLEITUNG.

Anlass zu einer tiefschuerfenden Forschung bezueglich der Druckempfindlichkeit fotografischen Materials (insbesondere von Filmen), war ein Patent des Herrn Cox, Venlo, betreffend eine Arbeitsweise zu mechanischer Aufzeichnung von Schwingungen auf lichtempfindlichem Material.

In der die bezueglichen Patentschrift wird zwar gesagt, dass die Idee nicht neu ist (unter Hinweis auf die deutsche Patentschrift D.R.P. nr. 261.611 von 1912 und die franzoesischen Patentschriften 687.524 und 750.994 resp. von 1930 und 1933), ein eingehendes Studium der auftretenden Erscheinungen wurde ~~warde~~ aber nicht betrieben, besonders nicht in quantitativer Hinsicht.

Die franzoesischen und deutschen Patentschriften beschreiben Arbeitsweisen, wodurch eine Intensitaets- oder eine Amplitudenschrift erzeugt wird. Das neue an der Patentschrift Cox ist, dass eine kombinierte Intensitaets- und Amplitudenschrift erzeugt wird durch Verwendung einer gebogenen oder schraegen Druckflaeche. Es wurde die einschlaegige Literatur kontrolliert. Es stellte sich dabei heraus, dass wie schon gesagt, die Erscheinungen eigentlich nur qualitativ wiedergegeben wurden. Theoretische Betrachtungen wurden nur in geringem Masse angetroffen. Als Zweck der Forschung kann man angeben: Nachpruefung der Moeglichkeiten, die sich evtl. ergeben zu mechanischer Tonaufzeichnung auf Filmband. Daneben wird bezweckt durch systematische Erforschung der Druckerscheinungen zu versuchen eine eingehendere Einsicht in das Wesen der fotografischen Emulsionen zu bekommen.

II. LITERATUR

Es stellte sich bald heraus, dass 2 Faelle unterschieden werden muessen:

- a. Druck ohne Bewegung des druckenden Objektes mit Bezug auf die empfindliche Schicht.
- b. Druck mit Bewegung des druckenden Objektes mit Bezug auf die empfindliche Schicht.

Daneben kann man noch unterscheiden:

- c. Druck durch ein Roedchen auf einen Film ausgeuebt, wobei sich das Roedchen mit gewisser Geschwindigkeit mit Bezug auf den Film bewegt.

Der Fall b war als Erstem bekannt. WARNERCKE (vgl. Literatur-Angabe 2) berichtete schon in 1881 die Tatsache, dass, wenn man mit einer elfenbeinernen Stift auf eine Emulsionsschicht schreibt, ohne jedoch die Schicht zu beschaedigen, dies einen Einfluss hat auf die durch Belichtung erzeugte Schwaerzung.

Er unterschied Vor- und Nachbelichtung.

Bei Vorbelichtung war das Geschriebene zum Teil dunkler als der Hintergrund und zum Teil nicht von dem Hintergrund zu unterscheiden; bei Nachbelichtung war das Geschriebene hell auf dunklem Hintergrund.

F - 2 -

Weiter sagte er in seinem Artikel, dass die Erscheinung vielleicht zum Begreifen der Lichtempfindlichkeit von AgBr. beitragen kann.

Zum Schluss fuehrt er einen Artikel von CAREY LEA aus 1866 an (vgl. Lit.Ang. 1), worin ueber dergleiche Forschungen berichtet wird.

VOLMER (Lit.Ang. 3) behandelte in seiner Dissertation den reibenden Druck neben andere agentia, wie Tageslicht, Roentgenstrahlen und Funkenlicht. Insbesondere wurden die dabei auftretenden Umkehrerscheinungen besprochen. Er kam zu der folgenden Schlussfolgerung:

Der Effekt einer Energieart (chemische Wirkung usw. ausser Acht gelassen) auf eine fotografische Platte, gibt mit einer darauf folgenden Addition einer anderen Energieart, deren Schwaerzungskurve flaecher verlauft, einen Effekt, der unter der normalen Summierung der gesonderten Effekte der betreffenden Energiearten bleibt.

Umgekehrt ist dann eine Bestimmung moeglich des relativen Verlaufes einer Schwaerzungskurve fuer 2 verschiedene agentia durch Bestimmung der Addition der beiden Effekte bei verschiedener Reihenfolge.

Es stellte sich heraus, dass die Energiearten: Tageslicht, Funkenlicht, Roentgenstrahlen und reibender Druck in dieser Reihenfolge einen steilern Verlauf der Schwaerzungskurve ergeben.

Mit der letzten Energieart (reibendem Druck) wurde keine Schwaerzungskurve aufgenommen, wegen der damit verbundenen grossen Schwierigkeiten. Von Schaum sind wohl Versuche mit reibendem Druck angestellt worden, wobei die maximal erreichbare Schwaerzung nachgeprueft wurde. Die maximale Schwaerzung ist naemlich fuer die verschiedenen Energiearten in der genannten Reihenfolge auch ansteigend.

WULFF (Lit.Ang. 4) ist der erste, der 2 Druckeffekte unterschied. Er fasste das Ziehen eines Striches mit einer stumpfen Spitze auf einer fotografischen Schicht auf, als ein gleichzeitiges Drucken und Reiben auf die Emulsion. Die Reibung konnte er in Wegfall bringen durch das Zwischenschieben einer Zelluloid-schicht zwischen Emulsionsschicht und Spitze. Er betrachtete auch Vor- und Nachbelichtung mit verschiedenen Intensitaeten, indem er einen/Keil verwendete./Schwaerzungs-
Die Experimente fuehrten zu den folgenden Ergebnissen:

	<u>Vorbelichtung</u>	<u>Nachbelichtung</u>
<u>Druck mit Reibung</u>	Dunkler Strich fuer alle Belichtungsintensitaeten.	Dunkler Strich bei geringer Nachbelichtung; heller Strich bei starker Nachbelichtung.
<u>Druck ohne Reibung</u>	ohne Effekt	Heller Strich bei starker und mittelmaessiger Nachbelichtung

F- 3 -

Bemerkungen:

Ein dunkler (heller) Strich bedeutet dunkel (hell) mit Bezug auf die Umgebung. Fuer den Fall: Druck mit Reibung und Nachbelichtung, faengt der Strich bei geringer Nachbelichtung dunkel an und endet hell im Gebiete der starken Nachbelichtung. Auf dem Foto sieht man dies durch Kontrastwirkung. In Wirklichkeit nimmt die absolute Schwaerzung mit staerkeren Nachbelichtung zu.

An Hand der verschiedenen Experimente kommt WULFF zu der folgenden Theorie:

Es sollen ein Druckeffekt und ein Reibungseffekt unterschieden werden. Der Druckeffekt ist ein Tiefeffekt, der eine Desensibilisation zur Folge hat; die Emulsion wird also unempfindlicher.

Der Reibungseffekt ist ein Oberflaecheneffekt, der eine Beguenstigung der Entwickelbarkeit ergibt. Dies wuerde auf eine mechanische Stoerung zurueckzufuehren sein, sodass die Halogensilberkoernchen freigelegt werden und die beschuetzende Gelatineschicht weggenommen wird.

Das es 2 Effekte betrifft wird durch Mikrofotos bewiesen, die senkrecht zu einem Strich aufgenommen worden sind. Die Desensibilisation als Folge des Druckes wird ueber die ganze Breite der Emulsion wahrgenommen. Dercdurch Reibung verursachte schwarze Strich liegt in dem oberen Teil der entwickelten Emulsionsschicht. Besonders deutlich wird dies ersichtlich, falls der Druck von oben wirkt und die Belichtung von unten stattfindet.

An eine elektrische Wirkung wird noch gedacht. Der schwarze Strich wurde naemlich von Metallen staerker erzeugt als von Isolatoren,

Betreffend den Druckeffekt ohne Reibung wurden Forschungen betrieben von POINDEXTER (Lit. Ang. 5), welcher mittels eines Apparates ein Stueck Film zu gleicher Zeit belichten konnte und bedrucken. An der Stelle des Druckes wurde eine Verminderung der Schwaerzung festgestellt.

Dergleiche Experimente sind auch von REARDON (Lit. Ang. 6) ausgefuehrt, welcher auch der Entwicklung Aufmerksamkeit schenkte. Ausser chemischer Entwicklung betrachtete er auch drei Arten ^{Kalischer} physischer Entwicklung. Qualitativ wurde immer derselbe Effekt gefunden; die Verminderung der Schwaerzung war aber in jedem der vier Faellen der Groesse nach verschieden. Zum Schluss muessen in dieser Beziehung die Forschungen von NY TSI-ZE und CHIEN LING'CHAO (Lit. Ang. 7,8,9) genannt werden. Diese stellten fest, dass die Ausuebung eines Druckes eine Verschiebung der Schwaerzungskurve nach rechts ergibt. Die Schwaerzung unter Druck bleibt aber immer geringer als die normale Schwaerzung, sodass im Gebiete der Solarisation die Schwaerzungskurve mit Druck so zu sagen nach links verschoben ist.

f- 4 -

Unterstellen wir die Belichtung eines bestimmten Punktes im geraden Teil der Schwärzungskurve bei einem Drucke p gleich E_1 und gleich E_2 ($E_1 > E_2$) die Belichtung, welche dieselbe Schwärzung erzeugen würde falls es keinen Druck gäbe. E_2 stellt dann so zu sagen den effektiven Wert der Belichtung E_1 unter Druck p dar. Der Wert von $\log \frac{E_1}{E_2}$ oder $\frac{E_1}{E_2}$ ist dann nur eine

Funktion von p . Die Beziehung zwischen $\frac{E_1}{E_2}$ ist fuer Druck $>$

200 Kg/cm² linear. Der Proportionalitätsfaktor zeigte sich stark abhaengig von der Wellenlaenge des verwendeten Lichtes. (rot ergibt einen groesseren Effekt als blau)

Darueber hinaus stellte sich eine Abhaengigkeit der gebrauchten Filmsorte heraus, ohne dass dafuer bestimmte Regeln angegeben werden koennen.

Die lineare Beziehung zwischen $\frac{E_1}{E_2}$ und p wuerde nach Aussage

der Forscher verwendet werden koennen zur Bestimmung des Druckes, falls die Schwärzungsminderungen bekannt sind. Auch fuer die Nachpruefung der Druckverteilungen wuerde dies von Interesse sein koennen.

Was den Fall c) betrifft wurden Untersuchungen gemacht von LECTÉ (Lit. Ang. 10) Dieser liess ein Stueckchen Film zwischen zwei Zylindern durchdrehen. Die Zylinder konnten mit Hilfe eines Hebelsystemes mit einer maximalen Kraft von 200 Kg. auf einander gepresst werden. Nach Entwicklung zeigte sich ~~zeigte~~ sich ein schwarzes Band auf dem Film, von ihm Abrasionsband genannt. Wurde vor Entwicklung noch belichtet, dann war das Band heller als die Umgebung. Es fand also Desensibilisation statt. Eine Abrasion ausgeuebt nach Belichtung ergab bei Entwicklung keinen Effekt.

Dies war also in Uebereinstimmung mit dem, was frueher in Beziehung auf den Reibungseffekt gefunden wurde. Weiter fand er, dass die Feuchtigkeit des Filmes ein beträchtlicher Faktor war. Trockener Film gab einen groesseren Effekt als feuchter Film. Untersucht wurden von ihm auch die Abhaengigkeit des Effektes von der Art der Belichtung (weisses Licht und Roentgenstrahlen), von einer Zwischenbehandlung des Filmes (z.B. Waschen) und weiter der Einfluss von verschiedenen Salzen, von dem Entwickler und der Entwicklungszeit, der chromatischen Sensibilisation.

Der Reibungseffekt wird oeffters genannt, aber unter dem Namen eines mechanischen Schleiers. Dieser wurde also immer als eine unangenehme Nebenerscheinung betrachtet und die Untersuchungen sind denn auch darauf gerichtet, diesen Schleier zu beheben. Dies wurde dann z.B. erreicht durch:

- Bedeckung des Filmes mit einer schuetzenden Schicht,
- die Wahl des Gelatine-Gehaltes,
- die Wahl der Silberhalogenide,
- den Gebrauch spezieller Entwickler

F - 5 -

Zum Schluss muss noch bemerkt werden, dass dieser Reibungsschleier nicht physikalisch entwickelbar ist. Dies weist auf einen latenten Eindruck, der nicht dieselbe Natur hat als der von der Strahlungsenergie verursachte. Dies ist dann auch von grosser Bedeutung fuer die Theorie
b des latenten Bildes.

II KURZER UEBERBLICK DER FORSCHUNGSARBEITEN.

Die Forschungen waren bis jetzt auf dem ganzen Gebiet orientierend, d.h. dass die verrichteten Messungen nicht als definitive betrachtet werden muessen, da z.B. die Apparate oder die Methode der Forschungen verbessert werden koennen. Es wurde nur mit Filmen experimentiert; Papier und fotografische Platten wurden also ausser Acht gelassen. Es wurde mit der statischen Druckuntersuchung begonnen und ein Apparat zum Messen konstruiert (in der Art von Poindexter, Reardon usw.) Es wurde immer zu gleicher Zeit belichtet. Die dynamische Druckuntersuchung wurde vorlaeufig nur ohne Belichtung gemacht. Mit Hilfe einer kugelfoermigen Spitze wurden Striche auf einem Stueck Film gezogen. Die Untersuchungspunkte waren der Reihe nach die folgenden:

- a Konstruktion des Apparates und Reproduzierbarkeit der Messungen.
- b Geschwindigkeitsabhaengigkeit,
- c Druckabhaengigkeit.
- d Abhaengigkeit von Grosse und Form der Spitze.

Der Einfluss der Entwicklung wurde vorlaeufig ausser Acht gelassen. Darum wurde bei allen Experimenten dieselbe Entwicklung angewandt.

Der Entwickler stellte sich zusammen:

1000 cm³ Wasser
 8 g Hydrochinon
 6 g Metol
 120 g Na₂S O₃ / 80 g K₂CO₃
 3 g KBr
 Verduennung 1:5
 Entwickelzeit 3 Minuten.

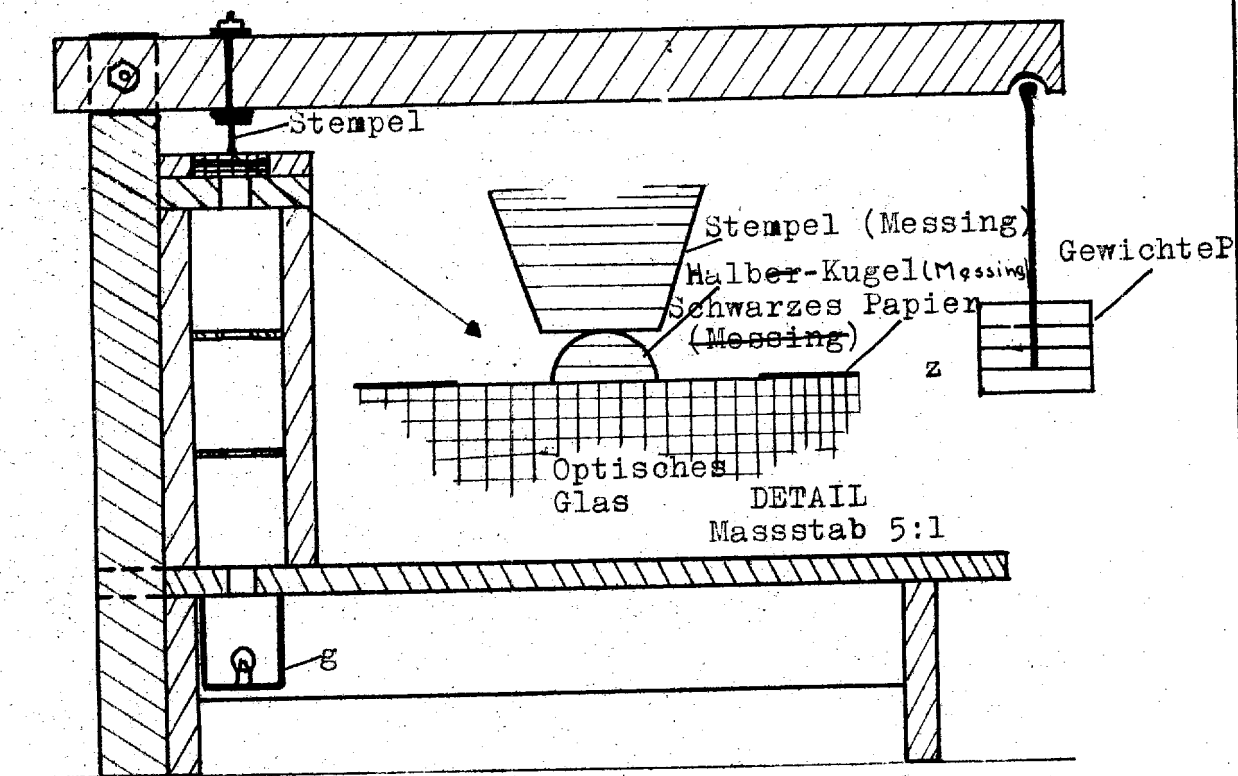
Die Schwaermungsmessungen geschahen mit dem Mikrophotometer von Moll. Um auch die maximalen Schwaermungen noch genau messen zu koennen wurde relativ kurz entwickelt (3 Minuten).

IV. STATISCHE DRUCKUNTERSUCHUNG

Fig. 1 zeigt den konstruierten Apparat, hauptsaechlich aus Holz gebaut. Wir unterscheiden eine Belichtungseinrichtung und eine Druckeinrichtung.

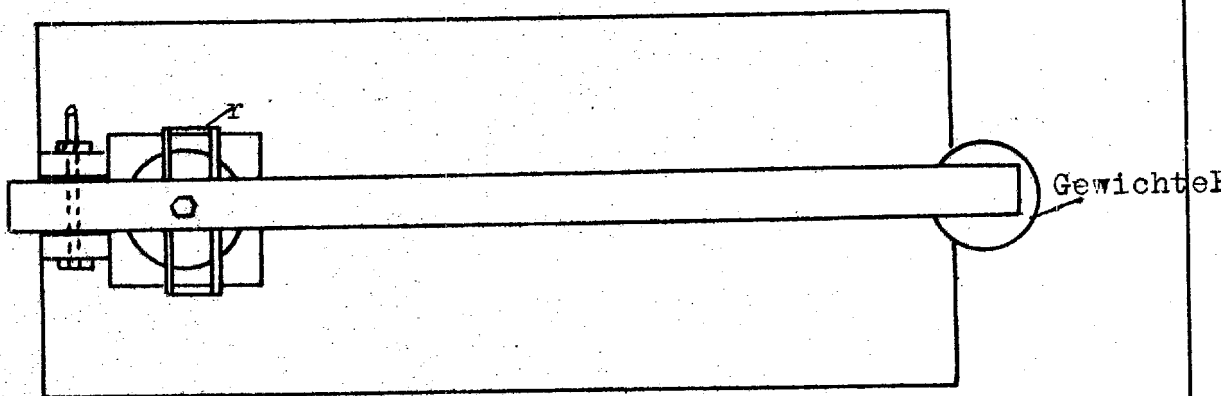
Ein Streifen Film wird mit Hilfe des Fensters r auf eine runde Glasplatte p gelegt. Das Glas dieser runden Platte ist optisches Glas, damit Unregelmaessigkeiten in der Belichtung vorgebeugt wird. Die Belichtung geschieht mit Hilfe der Gluehbirne g (Philips 6 V - 0.04 A). Auf dem Lichtwege sind

STATISCHER DRUCKAPPARAT



LAENGS DURCHSCHNITT

Masstab 1:4



OBERANSICHT

Masstab 1:4

Fig.1

F - 6 -

einige Schirmwaende s zwecks Ausschaltung seitlichen Lichtes angebracht. Nur ein kleiner Teil des Films wird belichtet, dadurch dass auf die Glasplatte schwarzes Papier (z) mit einem Loch (Diameter za. 1 cm) geklebt wurde. Die Gewichte P uebertragen mittels eines Hebels eine Kraft auf einen Stempel (Messing). Dieser Stempel druckt wieder auf eine Halbe-Kugel (Messing), die auf den Film gelegt wird. (siehe Detailzeichnung).

Diese Arbeitsweise wurde befolgt, damit die Druckverteilung moeglichst gut sei. Die Halbe-Kugel liegt auf der empfindlichen Schicht und die Belichtung findet also durch die Zelluloidschicht statt.

Die Halbe-Kugel hat einen Radius von 1,4 mm. Die Druckoberflaeche ist 6,15 mm² gross. Der Hebel wiegt 575 g, was einen Druck ergibt von 38 kg/cm². Der Druck der halben Kugel und des Stempels konnten vernachlaessigt werden. Das Uebertragungsverhaeltnis des Hebels ist 8,5. Jedes Kg. Gewicht an dem Hebel ergibt einen Druck von 138 kg/cm². Maximal kann 7,5 Kg angehaengt werden, sodass der maximal erreichbare Druck 1070 kg/cm² betraegt.

Vorher wurde die Belichtungsstaerke an der Stelle des Filmes gemessen. Diese betrug za. 0,4 Lux. Da die Stromstaerke der Birne oefters variierte, wurde eine Eichkurve aufgenommen, die in Fig. 2 wiedergegeben ist. Die Belichtungsstaerke ist gezeichnet in Abhaengigkeit des Gluehstromes.

Der Abstand Lichtquelle - Film betrug 36,3 cm, Bei der eigentlichen Aufnahme bekommen wir nach Entwicklung usw. einen schwarzen Kreis mit einem helleren inneren Kreis, (wo also gedruckt wurde).

Anfaenglich ergaben sich Schwierigkeiten, dadurch dass die Unterseite der Halbe-Kugel glaenzend war. Der Uebelstand wurde behoben durch genuegende Schwaerzung dieser Unterseite. Kontrolle war moeglich dadurch dass die Halbe-Kugel ohne Druck auf den Film gelegt wurde.

Aufnahmen wurden von den folgenden Filmsorten gemacht:

1. Gevaert superchrom, 18/10 Din.

2. Agfa isochrom, 17/10 Din.

Beide waren Leica-Filme; die Belichtungszeit variierte von za. 1 sec. bis 256 sec.

Fuer beide Filmsorten wurde ungefaehr dieselbe Desensibilisation gefunden, d.h. bei einem bestimmten Drucke fand eine Verschiebung der Schaerzungskurve nach rechts statt, welche fuer beide Filmsorten nahezu gleich gross war.

Als Beispiel geben wir die folgende Tabelle, welche zu Fig. 3 gehoert.

Filmsorte	: Agfa isochrom F.
Belichtungsintensitaet	: E = 0,32 Lux
Druck	: p = 452 kg/cm ²

FL

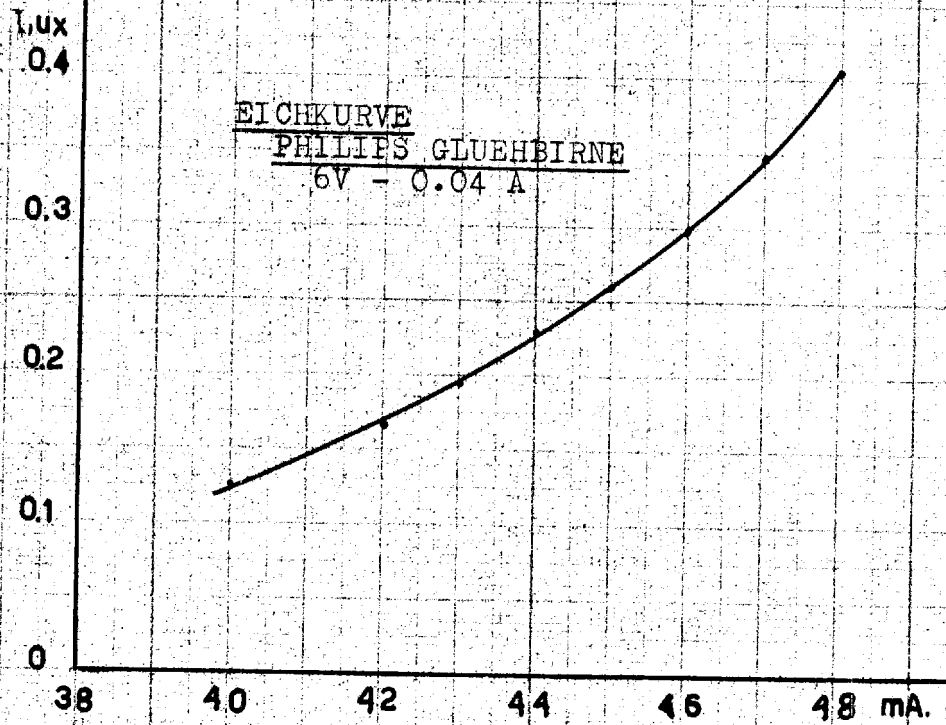


Fig. 2

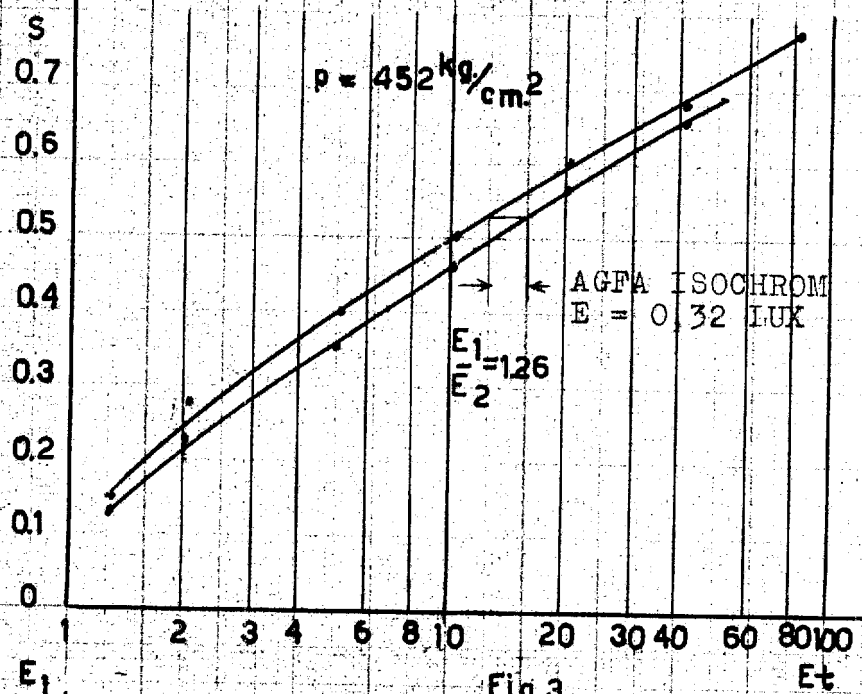
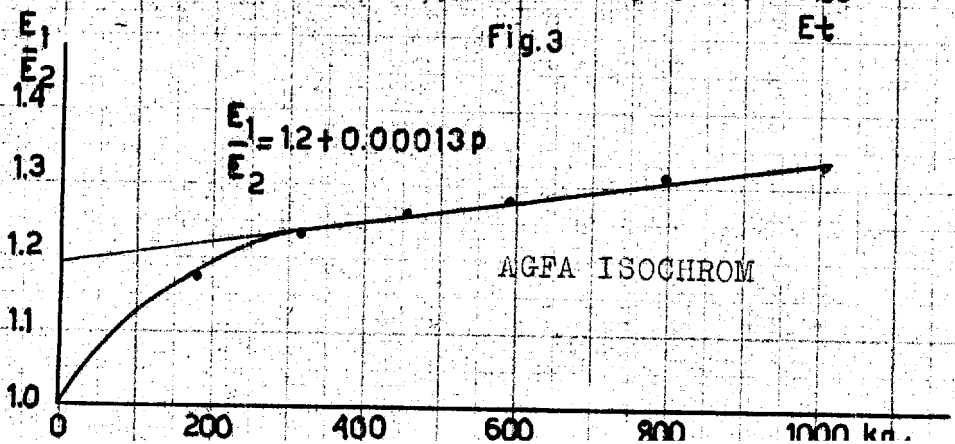


Fig. 3



f - 7m-

Belichtungszeit	Belichtung	Schwaerzung ohne Druck	Schwaerzung mit Druck
t	Et	S ₁	S ₂
256 sec.	82 Lux.Sec	0,78	nicht messbar
128 "	41 "	0,68	0,66
64 "	20,5 "	0,60	0,57
32 "	10,3 "	0,50	0,45
16,15 "	5,15 "	0,40	0,35
8,15 "	2,6 "	0,28	0,24
4,02 "	1,3 "	0,15	0,12 ⁵

Die Verschiebung der Schwaerzungskurve, welche durch $\frac{E_1}{E_2}$ (E_1 = Belichtung fuer einen bestimmten Punkt mit Druck; E_2 = Belichtung, welche dieselbe Schwaerzung ergeben wuerde ohne Druck) ~~ausgedruckt werden kann~~ betraegt hier $\frac{E_1}{E_2} = 1,26$

Das totale Ergebnis ist in Fig. 4 wiedergegeben.

p	$\frac{E_1}{E_2}$
176 Kg/cm ²	1,18
314 "	1,23
452 "	1,26
590 "	1,28
797 "	1,32
1004 "	1,33

Fuer $p > 300$ Kg/cm² ist das Verhaeltnis zwischen $\frac{E_1}{E_2}$ und p nahezu linear und ergibt die folgende Gleichung

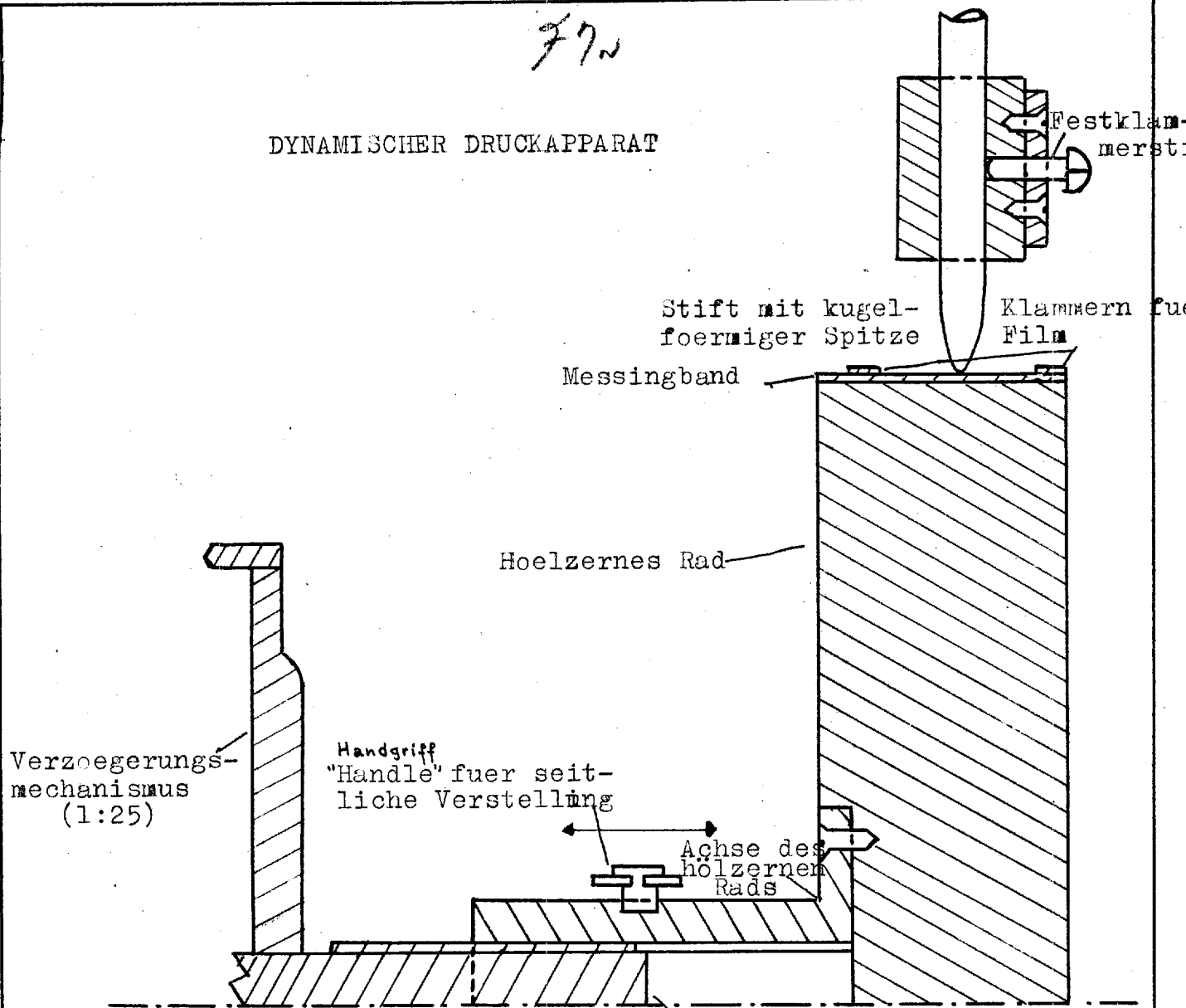
$$\frac{E_1}{E_2} = 1,20 + 0,00013 p$$

Qualitativ ist dies in Uebereinstimmung mit der Literatur.

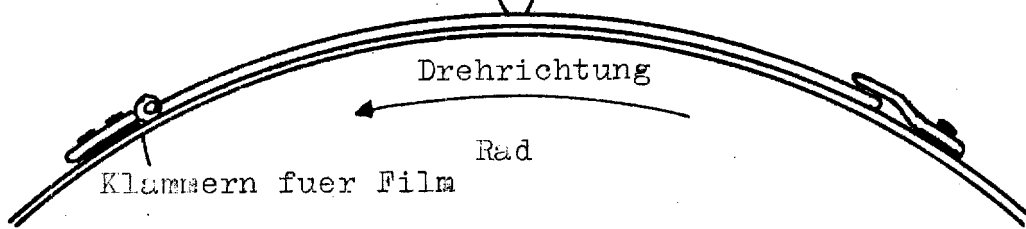
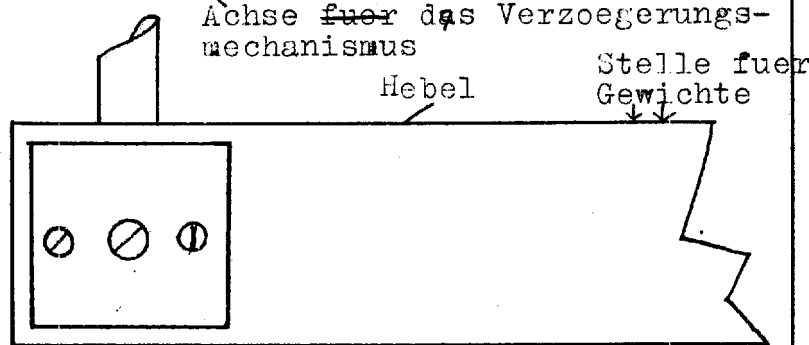
Der Effekt ist aber sehr gering, wodurch die Genauigkeit nicht sehr gross ist. Der geringe Effekt kann seinen Grund in der Art der gebrauchten Lichtquelle (Spektralen Zusammenstellung) haben. Darueber hinaus ist der gebrauchte Film nicht rotempfindlich. Gerade in diesem Gebiete koennen wir laut der Literatur den groessten Effekt erwarten.

77

DYNAMISCHER DRUCKAPPARAT



DURCHSCHNITT
 Massstab 1:1
 (Rad ist im halben Massstab
 gezeichnet)



SEITENANSICHT
 Massstab 1:1

Fig. 5

Nichtdestoweniger ist das Gefundene wohl in Uebereinstimmung mit den Ergebnissen Ny-Tsi-Ze's und Chien Ling Chao's fuer Agfa-iso chromfilme. Auch sie fanden einen geringen Effekt im Gegensatz zu den anderen gebrauchten Filmen (Proportionalitaetsfaktor z.B. 0,00065).

Ein Druck ohne Belichtung ergab auch bei dem groessten Druck (1000 Kg/cm²) keine Schwaerzung. Mit Vor- und Nachbelichtung wurden vorlaeufig keine Versuche gemacht.

Es ist beabsichtigt diese Versuche weiter ruhen zu lassen. Bei Gebrauch anderer Filmsorten wird die Groessenordnung des statischen Druckeffektes wohl immer bestimmt werden. Dies um eine eventuelle Beziehung zwischen dieser Druckerscheinung und Effekten als Folge statischen Druckes bei den dynamischen Versuchen herzustellen.

V. DYNAMISCHE FORSCHUNGEN

a) Konstruktion der Apparatur und Reproduzierbarkeit der Messungen.

Es wurde bezweckt einen Apparat zu konstruieren, mit dem bei einer gewissen Geschwindigkeit und einem gewissen Druck, ein Strich auf einem Filmstreifen gezogen werden kann. Dieser Druck und diese Geschwindigkeit mussten also bekannt sein oder gemessen werden koennen; dies im Gegensatz zu der manuellen Zeichnung eines Striches. Nach einigen Versuchen sind wir zu der Ausfuehrungsform gelangt, welche in Fig. 5 gezeigt wird.

Anstatt des druckenden Objektes wurde der Film bewegt. Ein Stueck Film von za. 10 cm. Laenge wird dazu mit zwei Klammern, auf einem hoelzernen Rad (mit Messingband) festgeklammert. Das Rad wird von einem Gleichstrommotor ueber ein Verzoeegerungsmechanismus 1:25 fortbewegt.

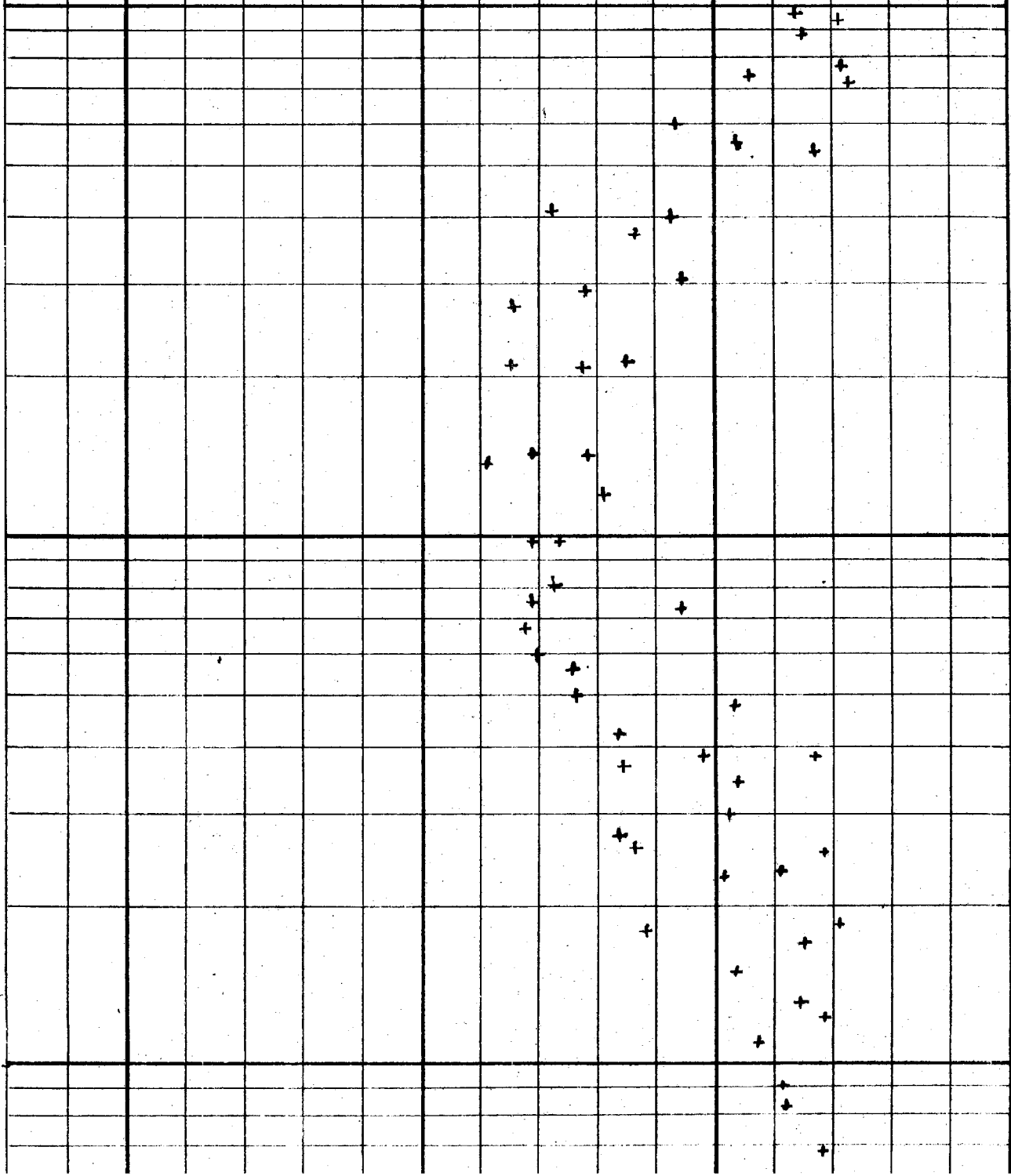
Das druckende Objekt ist am Ende eines Hebels festgeklammert. Mit Gewichten wird die Kraft, mit der das druckende Objekt (Stift) auf den Film druckt, variiert.

Dadurch dass das Rad durch einen Griff in seitliche Richtung verschoben werden kann, ist es moeglich 10 bis 20 Striche auf einem Filmstreifen zu ziehen. Anfaenglich war auf das Rad ungefaehr an den Scharnierungsstellen der Klammern ein Saegeschnitt angebracht, worin das eine Ende des Probestreifens geschoben wurde. Dies war noetig um einen leichten Uebergang der Stift von dem Messingband auf den Probestreifen zu gewaehrleisten. Spaeter wurde der Umkreis des Rades ganz mit einem alten Filmstreifen bekleidet, sodass der Saegeschnitt ueberfluessig wurde. Ein folgender Punkt war die Wahl der Stiftform. Es wurde aus den folgenden Gruenden eine Stift mit kugelfoermiger Spitze gewaehlt:

- a) Die Kugelform stellt die geringste Anforderungen an die Zentrierung der Stift.
- b) Die Kugelform ermoeglicht es anstatt der Kraft auch den Druck, der auf den Filmstreifen ausgeuebt wird, zu bestimmen. Dies war z.B. beim Apparat von LECTE nicht moeglich. Es kann jetzt auch die Druckverteilung festgestellt werden.
- c) Die Kugelform laesst sich am leichtesten herstellen.

GESCHWINDIGKEIT
SABHAENGIG
KEIT

78



50
10
5
1
0.5
0.1

FIG. 6

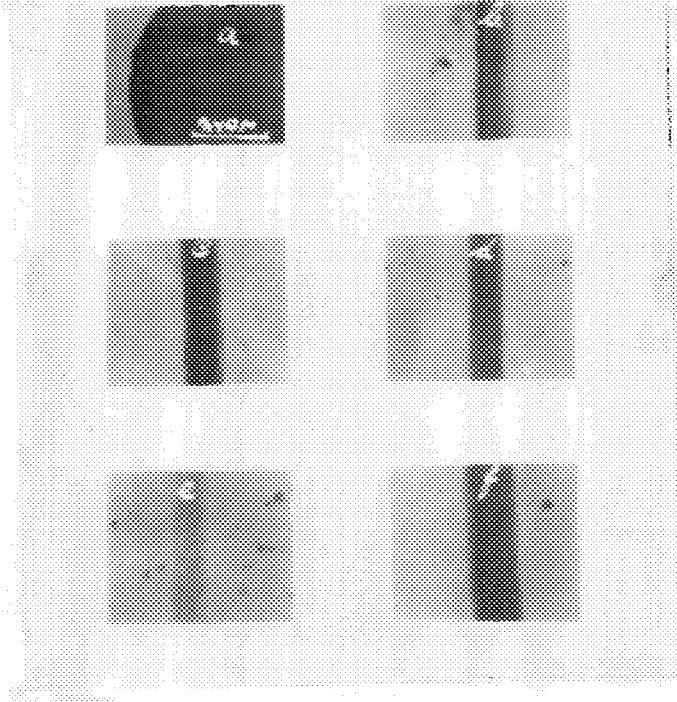


Fig. 7

24 fache Vergrößerung

- a. Spitze mit einem Radius gleich 450μ
Das Foto ist genommen nach der Geschwindigkeitsuntersuchung; daher die Unregelmässigkeiten, welche die Spitze zeigt
- b, c und d. Striche mit verschiedener Geschwindigkeit gezogen. Gewicht 250 gr. Strich b zeigt Unregelmässigkeiten. Strich d ist am Besten ausgefallen. Die Breite der Striche variiert von $110 - 120 \mu$. Schwärzungsunterschiede sind auf dem Foto nicht sichtbar.
- e, Strich gezogen mit einer Geschwindigkeit von za. $0,5 \text{ cm/sec}$; Gewicht 150 gr. Breite 100μ
- f. Strich gezogen mit einer Geschwindigkeit von za. $0,5 \text{ cm/sec}$. Gewicht 400 gr. Breite 160μ

F - 9 -

Es wurde mit Glasstiften angefangen. Dies ergab den Vorteil, dass die kugelfoermige Spitze leicht herzustellen war. Experimente mit Metallspitzen wurden bis spaeter verschoben, da die Herstellung zu viel Zeit in Anspruch nahm. Besonders die Glaette stellte hohe Anforderungen. Dies stellte sich schon bald bei den ersten Versuchen heraus. Die Striche zeigten naeml. eine Feinstruktur und darueberhinaus liess die Regelmassigkeit noch viel zu wuenschen uebrig, wie unter einem Mikroskop festgestellt werden konnte.

Nach vielen Versuchen ergab es sich, dass gute Striche nur mit einer sorgfaeltig behandelten Spitze gezogen werden konnten. Nach dem Ziehen eines einzigen Striches war die Spitze schon schmutzig und musste gereinigt werden. Nach za. 20 - 30 Strichen musste oft eine neue Spitze hergestellt werden.

Es ist moeglich, dass hierbei das Material grossen Einfluss hat, wie natuerlich auch die verwendete Kraft. Versuche mit einer polierten Quartz-Spitze ergaben kein besseres Resultat. Die Groesse des Radius der kugelfoermigen Spitze wurde mit Hilfe eines Mikroskopes und eines Zeichenprismas von Abbe gemessen. Auch die Strichbreite wurde mit Hilfe eines Mikroskopes bestimmt. Es stellte sich heraus, dass die Striche der ganzen Breite nach ungefaehr dieselbe Schwaerzung zeigen, mit Ausnahme eines kleinen Ueberganggebietes am Rande. Mit dem Mikrophotomesser konnte dies kontrolliert werden.

Fig. 7 zeigt einige Mikrophotos einer Glasspitze und einiger Striche, die mit verschiedener Geschwindigkeit und unter verschiedenem Druck gezogen wurden.

b. GESCHWINDIGKEITSABHAENGIGKEIT

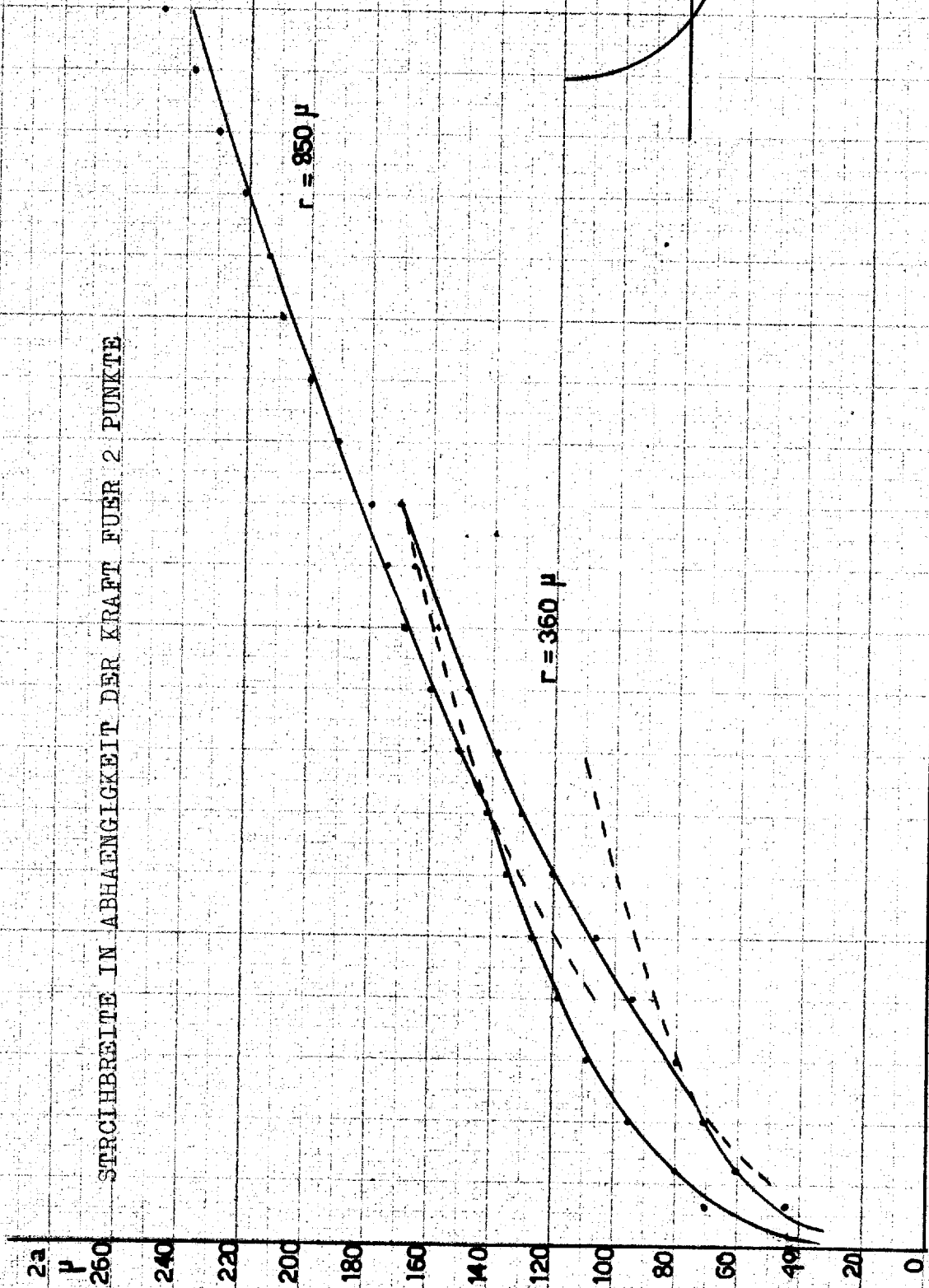
Die angestellten Versuche ergaben, dass die Schwaerzung der Striche bei einer bestimmten Kraft abhaengig waren von der verwendeten Geschwindigkeit. Die Strichbreite war nahezu konstant.

Die Geschwindigkeit konnte variiert werden mit Hilfe von Schnur-scheiben, einer Extra-Verzoegerung (1:40) und des Motors. Dadurch wurde eine Geschwindigkeitvariation von za. 0,03 cm/sek. bis za. 75 cm/sek. ermoeeglicht, das ist also ungefaehr im Verhaeltnis von 1:2500.

Als Filmmaterial wurde Agfa Positivfilm gebraucht, der nach Untersuchung einen selben statischen Druckeffekt zeigt, als Agfa isochrom F-Film.

Bei den Proben wurde eine Spitze mit einem Radius von 470μ und eine Belastung von 250 g. angewandt. Die Resultate sind wiedergegeben in Fig. 6. Die Schwaerzung zeigte ein Maximum bei einer Geschwindigkeit von za. 1 cm/sek. Die Messungen waren noch nicht zuverlaessig, da viele Probestreifen gebraucht werden mussten, die zu sehr verschiedenen Zeiten entwickelt wurden. Weiter befand sich die Apparatur noch zum Teile im Anfangsstadium. Daher die Zerstreung der Messpunkte. Auf die Anwesenheit eines eines-Maximums kann man sich inzwischen verlassen, da auf demselben Filmstreifen grosse und kleine Geschwindigkeiten zu gleicher Zeit vorkamen. Beabsichtigt wird diese Versuche auch mit anderen Filmsorten, Kraeften und Spitzen fortzufuehren.

STREICHBREITE IN ABHÄNGIGKEIT DER KRAFT FUER 2 PUNKTE



59

Fig 8

Fig 9

F9

SCHWÄRZUNG IN ABHÄNGIGKEIT DER KRAFT FUER 2 PUNKTE

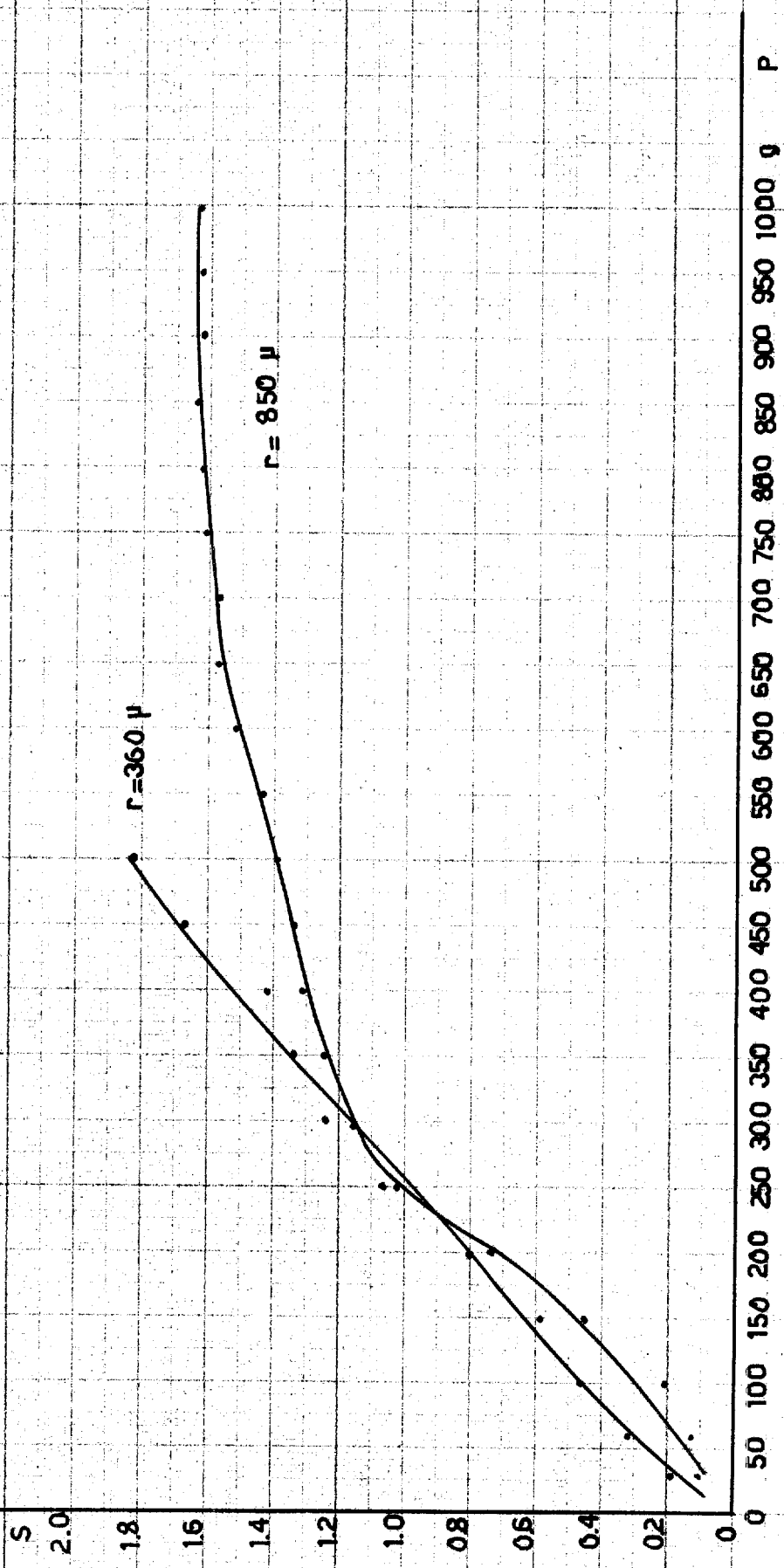


Fig.10

6/d Druckabhaengigkeit; Abhaengigkeit von Groesse und Form der Spitze.

Es wurde gefunden, dass die Breite des Striches und die Schwaerzung von dem Druck beeinflusst werden, d.h. bei steigendem Druck ver-groessern sich Breite und Schwaerzung.

Bei den Experimenten wurde die Kraft variiert von 30 g. bis 1000 g. Bisweilen mussten kleinere Maximaldrucke angewandt werden, da sonst die Gelatineschicht beschaedigt wurde. Oft kam es auch vor, dass schon bei geringfuegigen Kraeften (za. 200 g.) der Strich vor Ent-wicklung sichtbar war, ohne dass noch von Beschaedigung geredet werden konnte.

Zahlreiche Versuche mussten auch gemacht werden, bevor die Messungen reproduzierbar waren. Eibigermassen definitive Messungen wurden verrichtet mit Gevaert S.T.O.-Film. Fig. 9 zeigt die Abhaengigkeit der Strichbreite von der Kraft (Tuepfel!) fuer 2 verschiedene Punkte. Fig. 10 gibt die Schwaerzungsabhaengigkeit. Die Geschwindigkeit war hierbei 5,4 cm/sek.

Von der Schwaerzung kann noch nicht viel gesagt werden. Die Figuren zeigen einen ziemlich linearen Verlauf. Nur kann gesagt werden, dass fuer die Kurve $r = 850 \mu$ ($r =$ Radius der Spitze) sich bei za. 300 g. eine Besonderheit zeigt. Fuer $r = 360 \mu$ zerriss bei 500 g. die Emul-sionsschicht, sodass eine weitere Ver-groesserung der Kraft keinen Sinn hatte.

Wir haben weiter versucht den Verlauf der Strichbreite theoretisch nachzupruefen. Wir setzten hierbei voraus, dass die Beeindruckung unabhaengig von der Geschwindigkeit war, einschliesslich der Ge-schwindigkeit = 0. Zum Teil wird diese Voraussetzung durch die Tat-sache bewiesen, dass die Strichbreite unabhaengig von der Geschwindig-keit ist.

Wir koennen also unseren Fall vergleichen mit einer Kugel, die gegen eine elastische Flaechе gedruckt wird. HERZ (1882) hat hierfuer eine Theorie aufgestellt, welche 2 Koerper aus dem selben Material be-trachtet. Auch fuer unseren Fall koennen wir diese Theorie verwenden. Die Resultate sind die Folgenden:

Bei rein elastischer Verzerrung haben wir die folgenden Beziehungen (s. Fig. 8).

$$a) \quad a = 1,11 \sqrt{\frac{Pr}{2E}}$$

worin

a = Radius des Beruehrungskreises
 r = Radius der Kugel
 P = Druckende Kraft
 E = Elastizitaetsmodul des gedruckten Materials.

$$b) \quad P_{\max} = \frac{1,5 P}{\pi a^2}$$

worin P_{\max} der maximal auftretende Druck ist.

F - 11 -

Das Quadrat des Druckes verlauft von der Mitte zum Rande quadratisch mit dem Abstände. Am Rande des Druckkreises wird der Druck natuerlich null. Wir ersehen hieraus, dass der Radius des Druckkreises zunimmt mit der Kubikwurzel der Kraft. Falls bei groesserem Druck neben elastischer Verzerrung auch plastische Verzerrung auftritt, wird die Sache anders. Dann gibt:

$$p \sim \frac{P}{\pi a^2}$$

worin p ein maximaler Druck darstellt, der ein Mass fuer die Druckfestigkeit des Materials ist. Der Radius des Druckkreises waechst also mit der Wurzel der Kraft und ist weiter unabhaengig von dem Radius der Kugel.

Wir werden jetzt versuchen diese Theorie fuer unseren Fall zu verwenden. Die Strichbreite wird dann $2a$ in der Voraussetzung weiter, dass die Beruehrungsflaeche auch wirklich mit der geschwaerzten Flaeche identisch ist.

Es stellt sich tatsaechlich heraus, dass fuer groessere Kraefte die Breite nahezu unabhaengig ist von dem Radius der Kugel. Nur fuer groessere Halbmessen wird die Breite etwas groesser, was selbstverstaendlich ist, da fuer kleinere Halbmessen die Eindringungstiefe so gross ist, dass auch die unterliegende feste Schicht angaengt einen Teil der Kraft aufzufangen. Weiter haben wir versucht die Wahrnehmungspunkte den Kurven zweiten und dritten Grades so gut wie moeglich anzupassen (s. Fig. 9) Hieraus wuerden sich dann verschiedene Konklusionen ergeben:

1. Aus dem drittgradigen Verlauf ergibt sich die Elastizitaetsmodul E.

Aus $a = 1,11 \sqrt{\frac{Pr}{2E}}$ ergibt sich fuer:

$$\begin{array}{ll} r = 850 \mu & E = 57000 \text{ kg/cm}^2 \\ r = 360 \mu & E = 59000 \text{ kg/cm}^2 \end{array}$$

2. Aus dem zweitgradigen Verlauf ergibt sich ungefaehr der Druck, bei dem das Material eine plastische Verzerrung zu zeigen beginnt. Wir finden fuer:

$$\left. \begin{array}{ll} r = 850 \mu & P_{\max} \sim 2200 \text{ kg/cm}^2 \\ r = 350 \mu & P_{\max} \sim 2600 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \right\} \text{ also za. } 2000 - 3000 \text{ kg/cm}^2$$

Es ist jetzt noch die Frage, welche als die gedruckte Schicht zu betrachten ist. Ist es die Gelatineschicht, die Zelluloidschicht oder beide? Dazu wurden Zugversuche ^{gemacht} mit einem Filmstreifen. Ein Filmstreifen lang 15 cm und breit 1,9 cm ergab bei einer Belastung von 7 kg eine Dehnung von 0,8 mm. Hieraus folgt fuer $E = 57500 \text{ kg/cm}^2$.

Dies ist sehr wohl in Uebereinstimmung mit dem oben gefundenen. Da wir bei dem Zugversuch fast nur mit der Zelluloidschicht zu rechnen haben und nicht mit dem Gelatin, wuerden wir folgern, dass nur die Zelluloidschicht bei der Beeindruckung wichtig ist. Dass die Zelluloidschicht bei Belastung wirklich eingedruckt wurde, konnte durch Beobachtung von Druck unter Mikroskop festgestellt werden.

7- 12 -

Bei dem Zugversuch wurde auch die Zugfestigkeit bestimmt. Dies ergab sich als bei ca. 1000 kg/cm² liegend.

Diese Versuche werden weiter gefuehrt werden zur Erlangung weiterer Daten diesen Druckprozess betreffend. Es werden dazu verschiedene Filmsorten und andere Spitzengroessen genommen werden. Die Kugelform der Spitze wird vorlaeufig beibehalten.

SCHLUSSBETRACHTUNG

Wie schon in dieser Uebersicht gesagt wurde, waren die Forschungen rein orientierend. Die Versuche werden darum ausgedehnt werden muessen mit Bezug auf die Geschwindigkeit- und Druckabhaengigkeit. ~~der Kraft~~ Besonders die Schwaerzung in Abhaengigkeit der Kraft fragt hierbei das Interesse.

Weiter kommen die folgenden Punkte an die Reihe:

1. Entwicklung mit harten und weichen Entwickler, zwecks Erforschung ob es einen bestimmten Schwaerzungsverlauf gibt ueber die Strichbreite.
2. Am Durchschnitt von Mikrofotos soll die Schwaerzung genau beobachtet werden, um die Schwaerzungsverteilung in der Tiefe zu studieren.
3. Die Moeglichkeit mit dem statischen Druckapparat, die Druckverteilungen zu studieren, wenn der Film von einer Kugel gedruckt wird.
4. Kontrolle, ob der Reibungsschleier nicht physisch^{kalisch} entwickelbar ist.

VII. LITERATUR

- 1) Carey Lea, Phot.Archiv. 1886, S. 111
- 2) Warnercke, Phot.Archiv. 1881, S. 120
- 3) Volmer, Photographische Umkehrerscheinungen, Dissertation Leipzig 1910.
- 4) Wulff, Entwickelbare Druckeinwirkungen auf die photographische Emulsion, Zeitschrift f. Wiss.Phot. 23, 145-148, 1925.
- 5) Poindexter, A New Photographic effect J.O.S.A. 21, 59, 1931
- 6) Reardon, Influence of Pressure and Development on the Solarized Latent Photographic Image, J.O.S.A. 29, 427, 1939.
- 7) Ny Tsi-Ze et Cien Ling-Chao, Effect photographique de la pression C.R. 194, 1644, 1932.
- 8) Ny Tsi-Ze et Chien Ling Chao C.R. 196, 107, 1933.
- 9) Ny Tsi-Ze IX^e Congrès International de Photographie Scientifique et Appliqué 1935.
- 10) R. Lecté, [2], 3, 401-442, 1932 Science et Industries Photographiques.

50X1-HUM

Page Denied

50X1-HUM

SECRET

SECRET



E LIGEL

GEGENSTAND: DIE DRUCKEMPFINDLICHKEIT DES FOTOGRAFISCHEN MATERIALS.
SUBJECT: THE PRESSURE SENSITIVITY OF PHOTOGRAPHIC MATERIALS

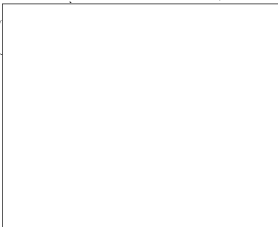
ENGINEER

NAME: ING.H. DE ZEEUW.
NAME:

PLATZ: DELFT,
PLACE: LAB. VOOR TECHNISCHE PHYSICA.
(SOURCE):

BERICHT NR.: 2.
REPORT NO:

ZEITRAUM: 1 JANUAR 1943 - 1 APRIL 1943.
PERIOD:



50X1-HUM

SECRET

2

LIGEL

GEGENSTAND: DIE DRUCKEMPFINDLICHKEIT DES FOTOGRAFISCHEN
MATERIALS.

NAME: ING. H. DE ZEEUW.

PLATZ: DELFT,
LAB. VOOR TECHNISCHE PHYSICA.

BERICHT NR.: 2.

ZEITRAUM: 1 JANUAR 1943 - 1 APRIL 1943.

INHALT:

I. EINLEITUNG	SEITE 1.
II. VERBESSERUNGEN AN APPARATUR UND MESZMETHODE.	SEITE 1.
III. RESULTATE BEKOMMEN MIT VERBES- SERTERAPPARATUR.	SEITE 3.
IV. DAS HERSTELLEN UND BESTUDIERN VON DUEKNSCHNITTEN.	SEITE 9.
V. SCHLUSSBETRACHTUNG.	

DIE DRUCKEMPFINDLICHKEIT DES FOTOGRAFISCHEN MATERIALS.I. EINLEITUNG.

In dem vorigen Zeitraum wurden orientierende Messungen mit noch primitiver Apparatur gemacht betreffend Schwärzungen, erhalten durch reibenden Druck auf einer Filmstreife. Der Druck wurde damals ausgeübt mittels eines kugelförmigen gläsernen Stiftes. Es wurde ein Unterschied gemacht zwischen Druckabhängigkeit und Geschwindigkeitsabhängigkeit, welche beide noch näher untersucht werden mußten. Am Ende des Berichtes Nr. 1. wurden noch einige Punkte genannt, die weiter untersucht werden sollten. Es stellte sich aber heraus, dass sich noch andere Schwierigkeiten ergaben, die erst aus dem Wege geräumt werden mußten.

Die folgenden Untersuchungen fanden in dem abgelaufenen Zeitraum statt:

1. a. Verbesserung der Apparatur und der Messmethoden im allgemeinen.
- b. Verbesserungen besonders des Druckausübenden Objektes betreffend.
- c. Verbesserungen der Entwicklungsmethode.
2. Experimente und Resultate mit der verbesserten Apparatur.
3. Prüfung der Schwärzungsverteilung im Durchschnitt mit Hilfe von Blinnschnitten.

II. VERBESSERUNGEN DER APPARATUR UND MESSMETHODEN.a. Allgemein.

einem Rad besteht, das mit Zwischenschaltung von Verzögerungsmechanismen (Schnurscheiben und Wurmverzögerung) an einem Gleichstrom Nebenschlussmotor gekuppelt ist. Auf dieses Rad kann mit Hilfe von Klammern ein Filmstreifen festgeheftet werden. Durch einen gläsernen Stift wird mit Gewichten und mittels eines Nebelarmes ein ~~ein~~ reibender Druck auf den Film ausgeübt. Als Variablen treten auf die Geschwindigkeit, mit der sich das Rad dreht und der Druck (eigentlich die totale Kraft). Die Genauigkeit der anzuhaltenden Kraft ist für Kräfte kleiner als zirka 150 g. nicht so sehr gross. Vorläufig ist diesem Umstande keine Aufmerksamkeit gewidmet, doch es wird bezweckt, dies so bald wie möglich zu tun.

Die auftretenden Reibungskräfte des Nebelsystemes sind nämlich ziemlich gross und müssen durch Verwendung eines anderen Konstruktionsystemes bedeutend verkleinert werden können. Wohl wurde der Geschwindigkeitsreglung Aufmerksamkeit gewidmet. Eine Schwierigkeit war, dass bei Geschwindigkeiten grösser als einige Centimeter pro Sekunde Schwingungen auftraten, die für einen guten Verlauf der Experimente vermieden werden sollen. Dies wurde verbessert durch eine sorgfältigere Aufstellung der Teile.

Der Geschwindigkeitsbereich wurde ausserdem ausgedehnt. Die kleinste Geschwindigkeit, mit der Messungen durchgeführt werden, beträgt jetzt: 0,0082 cm/sek und die grösste Geschwindigkeit zirka 80 cm/sek. Es wird also ein Geschwindigkeitsverhältnis erreicht von 1 auf

12.000. Es war nicht möglich weiter zu gehen mit Rücksicht auf das Auftreten der schon genannten Schwingungen.

Bei der Geschwindigkeitsprüfung wird jetzt bei einer Anzahl bekannter Geschwindigkeiten gemessen. Die Geschwindigkeiten werden eingestellt durch die Umdrehungszahl des Motors auf einen bestimmten Wert zu stellen (mittels eines Tachometers), und dies bei einer bestimmten Transportverhältnis Motor-Lad.

Es ist jetzt möglich eine Anzahl von Strichen auf einem Filmstreifen zu ziehen, sodass zwei Streifen für das ganze Geschwindigkeitsgebiet genügend sind. Die Messpunkte liegen jetzt nicht so weit aus einander und die zwei Bereiche bedecken einander genügend.

b. Verbesserungen besonders des Druckausübendes Objektes betreffend.

Mit der so hergestellter Apparatur wurden die Experimente fortgesetzt. Es stellte sich heraus, dass nach einem gewissen Zeitverlauf die Striche eine Feinstruktur zu zeigen anfangen; zu gleicher Zeit wurden auf dem gläsernen Stift mit einem Mikroskop Schrammen wahrgenommen. Anfänglich wurde dies einer unsorgfältigen Behandlung zugeschrieben; allen vorsorglichen Maßnahmen zum Trotz stellten sich die Schrammen aber auch jedes Mal ein. Es war daher unmöglich eine gute Reihe von Messungen zu verrichten. Nur die zuerst gezogene Striche waren frei von einer Feinstruktur.

Das für den Stift verwendete Material (Glas) war also erscheinend zu weich. Es wurde darum auf ein härteres Druckmaterial übergegangen, nämlich auf Quarz.

Quarz kann auch noch durch Schmelzung bearbeitet werden. Mit Quarz wurden ebenfalls zahlreiche Experimente angestellt. Die Schrammen traten auch hier, obgleich weniger schnell als bei Glas, nach einer gewissen Zeit auf. Es wurde auch noch gedacht an Einfluss des Staubes, doch auch diese Ursache musste zum Schluss verworfen werden.

Auch die Experimente mit Quarz wurden eingestellt und es wurde nach einer härteren Materialsorte umgesehen. Nach Studium des Mohschen Härteskala's stellte sich Korund in der Gestalt von Saphir ^{als} am meisten geeignet dar ~~sein~~. Saphir ist nach Diamant der härteste Stoff, sodass erwartet werden konnte, dass hiermit bessere Resultate ~~herbeigeführt~~ ^{bezeitigt} werden konnten. Zum Glück konnten einige Saphir-Schneidestifte ~~ausge-~~ ^{ange-}trieben werden, welche zu unserem Zweck noch geeignet werden mussten, d.h. sie mussten geschliffen und poliert werden. Dies war gerade die grösste Schwierigkeit. Während Glas und Quarz einfach geschliffen werden konnten um eine genau runde Spitze zu bekommen, musste Saphir geschliffen und poliert werden, wobei die Chance auf Abweichungen der Kugelform grösser wurde. Von einigen Diamantschleifern wurden einige dieser Saphiren geschliffen. Der Erfolg war aber in der Tat weniger schön als bei Quarz oder Glas, doch viel hing auch

gemacht

ε-7

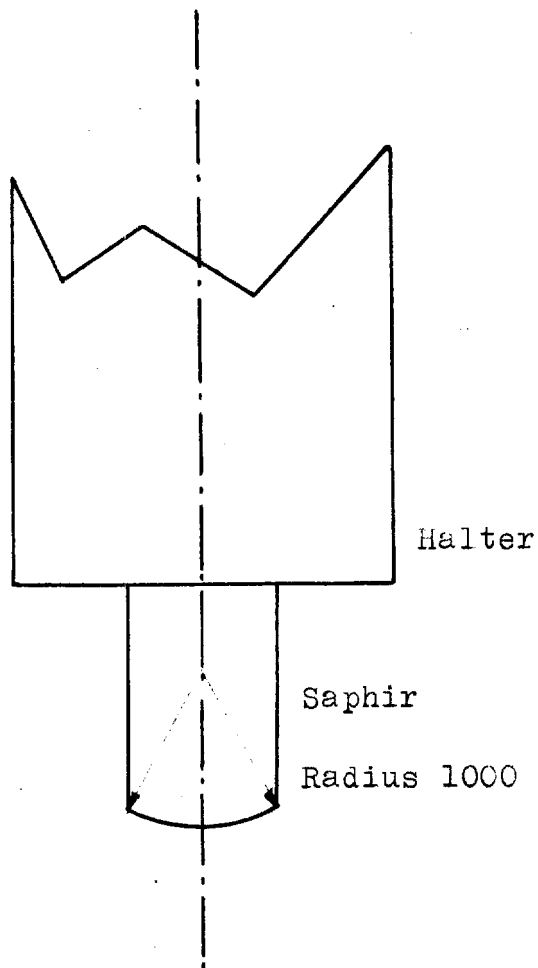


Abb. 1.

Saphir mit Halter, wie er nun für die Druckaufnahmen gebraucht wird.

Masstab 10:1

davon ab, welcher Diamantschleifer die Arbeit übernahm. Eine Schwierigkeit beim Schleifen war noch das Schleifen der Messerspitze, was gerade für die Versuche so wichtig ist. Durch die Art des Schleifens wird nämlich diese Spitze weniger geschliffen als der Rest des Materials. Dies bringt mit sich, dass die Chance auf eine bleibende Erhöhung an der Stelle grösser wird. Unter einem Mikroskop war dies deutlich ersichtlich. Beim Experiment hat dies zur Folge, dass die Schwärzung, über eine Strichbreite betrachtet, nicht kontinuierlich ist. In der Mitte des Striches zeigt sich dann nämlich ein mehr dunkler Teil. Diese Beschwerde wird aber in Zukunft so viel wie möglich beseitigt, dadurch dass beim Schleifen ^{mit} dem oben geschilderten Umstande ~~g~~ *gerade* ^{erhalten} wird.

Abb. 1 gibt ein Beispiel eines derartigen geschliffenen Saphirs mit Halter.

c. Verbesserungen der entwickelmethode.

Wie im vorigen Bericht gesagt, waren für die Aufnahme einer Serie von Strichen bei einer bestimmten Kraftanwendung über das ganze Geschwindigkeitsgebiet einige Filmstreifen nötig. Diese Anzahl ist jetzt auf zwei reduziert, da jetzt auf einem Filmstreifen bis dreissig Striche gezogen werden können.

Grundbedingung für eine genaue Vergleichung der verschiedenen Filmstreifen ist, dass die Entwicklung u.s.w. immer die gleiche ist. Es ist also notwendig für diese Arbeiten eine Standardmethode einzuführen.

Die bedeutendste dieser Arbeiten ist die Entwicklung

und dieser wurde auch alle Aufmerksamkeit gewidmet. Es wurde ein bestimmter Entwickler verwendet (vgl. Bericht 1) und folgende Faktoren genau überwacht:

1. Temperatur des Entwicklers.
2. Bewegung des Entwicklers.
3. Entwicklungszeit.

Mit dem Zweck die Faktoren ~~über~~ 1 und 2 genügend in der Hand zu haben, wurden für die Entwicklung Dewar-Löffel verwendet, die während der Entwicklung geschüttelt wurden. Diese Methode hat den Vorteil, dass die Temperatur jedenfalls konstant (normal 18°C) gehalten werden kann. Der Einfluss der Schüttelbewegung ist, dass der Entwickler immer in frischem Kontakt mit dem Filme ist. Ausführliche Untersuchungen wurden auf diesem Gebiete angestellt von M.C.F. BEUKERS (Diss. Delft, S. 62). Er fand dass Entwicklung ohne und mit Schüttelbewegung einen grossen Unterschied aufweist. Die Schüttelfrequenz ist weniger bedeutend und beeinflusst die Schwärzung nicht nennenswert. Eine Frequenz von 100 pro Minute ist genügend.

Der Entwickeltank besteht also aus einem Dewar-Gefäss, das in eine Metallhülse gesteckt werden kann. An dem Gummistüpsel der das Gefäss abschliesst, wird ein Glasrahmen befestigt, der 36 mm breit ist. Mit Kautschukringen sind an diesen Rahmen wieder ein oder zwei Filmstreifen befestigt.

CU

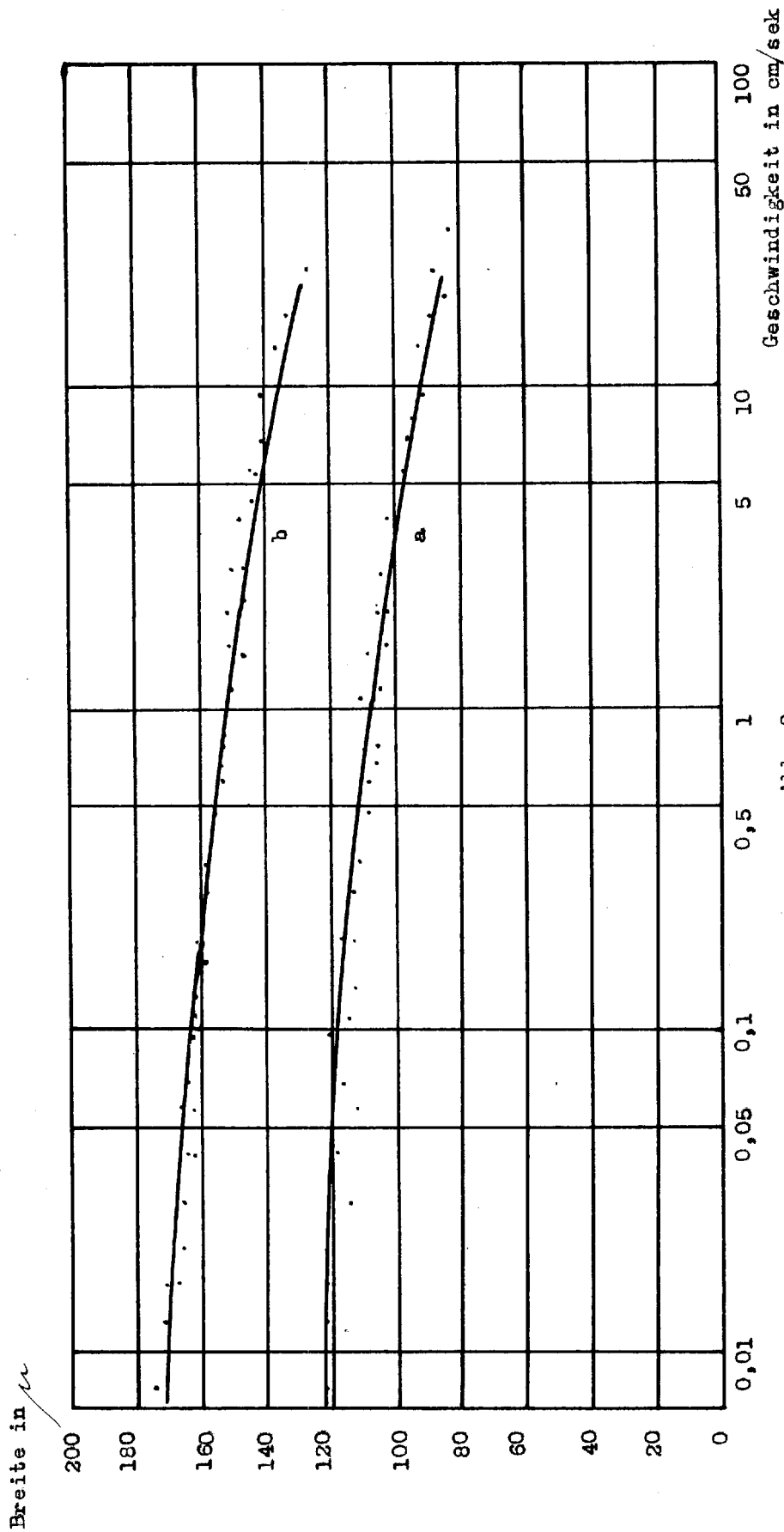


Abb. 2.

Breite der Striche in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit für Gevaert S.T.O. Film
Radius der Spitze 750 μ
a. Kraft 200 g.
b. Kraft 400 g.

Die Entwickelzeit wurde möglichst gleich gehalten durch Verwendung eines Unterbrechungsbades, bestehend aus einer schwachen Essig-Lösung in Wasser. Spül- und Trockenprozess wurden noch wenig beachtet. Dies wird davon abhängen in wie weit die Entwickelmethode reproduzierbare Resultate ergeben wird. Dies wird noch kontrolliert werden.

112. ERGEBNISSE DER VERBESSERTEN APPARATUR.

Von den Resultaten lässt sich noch wenig sagen, da bis jetzt mit der Apparatur selbst immer noch experimentiert werden musste. Die Resultate sind, wie in der vorigen Periode mehr qualitativer Art.

Man müssen einige Tatsachen, welche in dem vorigen Bericht unrichtig wiedergegeben wurden, berichtigt werden. Es gibt nämlich über einen Durchschnitt genommen immer einen bestimmten Schwärzungsverlauf, der nicht konstant ist, wie in vorigen Bericht bemerkt wurde. Dies stellt sich erst nach Registrierung mit dem Photometer heraus.

Es lässt sich aber nicht ohne weiteres sagen wie der Verlauf genau ist. In der Mitte ist die Schwärzung maximal und es lässt sich erwarten, dass diese nach den Rande zu quadratisch abnimmt. Als Schwärzung eines Striches wurde die maximale Schwärzung angenommen.

Auch die Strichbreite stellte sich als nicht ganz Geschwindigkeitsunabhängig dar. Bei grösseren Geschwindigkeiten wurde die Strichbreite etwas kleiner. Abb.2

zeigt für zwei bestimmte Fälle die Schwärzung

Für kleinere Kräfte ist das Verhältnis zwischen Kraft und Strichbreite nicht wie wir für Glas und Quarz fanden, da der Saphir nicht genügend rund geschliffen war. Nur für grössere Kräfte zeigte sich wieder der quadratische Verlauf.

Wie gesagt, zeigten die Messpunkte der Kraft-Schwärzungskurve eine zu grosse Zerstreuung. Die allgemeine Tendenz war aber immer eine Linie durch den Ursprung.

Im nächsten Bericht hoffen wir mehr definitive Resultate in dieser Hinsicht mitteilen zu können.

IV. ANBEREICHUNG UND STUDIUM VON DÜNNQUERSCHNITTEN DES FILMS.

Zwecks Studiums der Schwärzungsverteilung in der Tiefe mussten Dünn-querschnitte hergestellt werden. Verschiedene Experimente mussten dazu durchgeführt werden. Die Schwierigkeit war Schnitte konstanter Dicke herzustellen. Die Schnitte konnten nicht mit der Hand ausgeführt werden und es musste zu einem Mikrotom gegriffen werden. Der Filmstreifen wurde zwischen zwei Stückchen Buchenholz, die zuvor verschiedentlich prepariert waren (durch Kochen in Alkohol u.s.w.), eingeklemmt.

Die Elastizität des Materials liess vorläufig die Herstellung von Schnitten dünner als 30 bis 50 μ nicht zu. Abb. 3 zeigt Mikrofotografien einiger Fälle.

Es zeigt sich, dass wir noch nicht genügend die

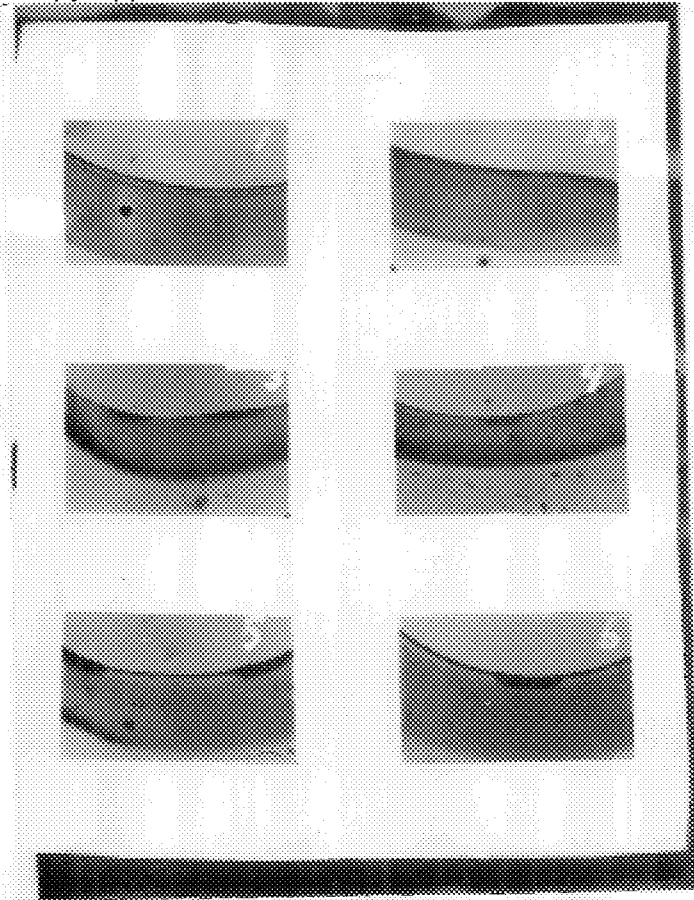


Abb. 3.

Microfoto's für einige Fälle.

↳ 50 fache Vergrößerung.

Filmart: Eastman Tennegstif.

Beschwindigkeit: 1.18 cm/sek.

Expos. Spitz: 790/10

- 1: Kraft 250 g.
- 2: " 300 g.
- 3: " 350 und 400 g.
- 4: " 450 g.
- 5: " 550 g. und 600 g.
- 6: " 650 g.

Emulsionsschicht oben, Celluloidschicht unten.

Schwärzungsverteilung in der Tiefe studieren konnten. Nur die Begrenzung schwarz-weise lässt sich nachprüfen. Es wird also nötig sein Dünnschnitte kleinerer Dicke zu machen.

Mit Abb.3 wird bewiesen, dass die Schwärzung dem Rande zu abnimmt.

Von den Dimensionen auf dem Foto lässt sich nichts sagen, da die Dünnschnitte in Wasser gesehen werden, wobei die Emulsionsschicht anschwellt.

Die Schwärzung bei kleineren Kräfte zeigt sich vornehmlich in dem oberen Teil der Emulsionsschicht. Für grössere Kräfte setzt sich die Schwärzung nicht der ganzen Emulsionsschicht entlang fort.

V. SCHLUSSBETRACHTUNGEN.

Wie schon in der Einleitung bemerkt, wurden definitive Resultate noch nicht erzielt (d.h. keine bestimmte Druck-Schwärzungs-Kurven des Filmmaterials). Nähere Experimente mit der verbesserten Apparatur sind nötig, vornehmlich mit Bezug auf das druckende Objekt (Saphir).

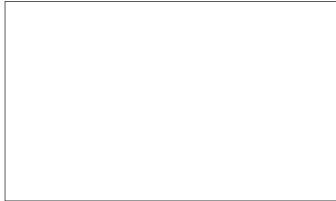
Weiter werden die folgenden Punkte der Reihe nach behandelt werden:

- a. Herstellung reproduzierbarer Messungen betreffend Druck- und Geschwindigkeitsabhängigkeit.
- b. Fortsetzung der Experimente mit Dünnschnitten.
- c. Nachprüfung des Einflusses der ~~Katze~~ Entwickelstärke und der Entwicklungszeit auf die maximale Schwärzung.

Es hat sich herausgestellt, dass die Herstellung einer Druckaufnahme mit allem, was damit verbunden ist, viel Zeit in Anspruch nimmt. Es kommt noch dazu, das erst nach Registrierung mit dem Photometer definitiv gesagt werden kann ob eine Serie gelungen ist oder nicht. Die lange Zeit, welche die Versuche brauchen, ist dann auch der Grund, dass pro 1 April 1943 ein Assistent zu diesen Arbeiten der LIGEL herangezogen wurde, der sich besonders mit der Aufgabe, Herstellung und Ausarbeiten von Druckaufnahmen beschäftigen soll.

50X1-HUM

Page Denied



50X1-HUM

SECRET

C

LIGEL

GEGENSTAND: DIE DRUCKEMPFINDLICHKEIT PHOTOGRAPHISCHEN MATERIALS
SUBJECT: THE PRESSURE SENSITIVITY OF PHOTOGRAPHIC MATERIALS

ENGINEER

NAME:
NAME:

ING. H. de ZEEUW

PLATZ:
PLACE
(SOURCE)

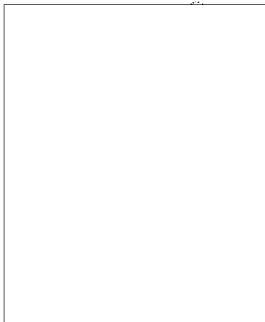
DELETT,
LABORATORIUM VOOR TECHNISCHE PHYSICA

BERICHT NR.:
REPORT NO.

3

ZEITRAUM:
PERIOD.

1 APRIL 1943 - 1 JULI 1943



50X1-HUM

SECRET

C

L I G E L

GEGENSTAND: DIE DRUCKEMPFINDLICHKEIT FOTOGRAFISCHEN MATERIALS

NAME: ING.H. de ZEEUW.

PLATZ: DELFT,
LABORATORIUM VOOR TECHNISCHE PHYSICA.

BERICHT NR.: 3.

ZEITRAUM: 1 APRIL 1943 - 1 JULI 1943.

INHALT: DIE DRUCKEMPFINDLICHKEIT FOTOGRAFISCHEN MATERIALS.

- 1 - C

DIE DRUCKEMPFINDLICHKEIT FOTOGRAFISCHEN MATERIALS.

Die Untersuchungen bezweckten in dem vergangenen Zeitraum die Herstellung reproduzierbarer Druckstriche, reproduzierbar sowohl was die Strichbreite betrifft, wie der auftretende Schwaerzungsverlauf in der Breite. Resultate sind noch nicht erreicht worden; im Gegenteil, alle Erscheinungen die sich dabei vor-tun, sind noch nicht erklart.

Wie in den vorigen Berichten schon angegeben wurde, wurde erst mit glaesernen Spitzen, um die Striche zu ziehen, gearbeitet, darauf mit Quarzspitzen und schliesslich mit Saphir-Spitzen. Dies im Zusammenhang mit der Abnutzung, welcher beim Gebrauch auftritt. Es zeigte sich jedoch, dass auch die Saphir-Spitzen noch nicht ganz befriedigten, und nach einiger Zeit auch Ritze zeigten.

Eine groessere Beschwerde war jedoch, dass die Schwaerzungen der gezogenen Striche nicht konstant blieben. Bisweilen machte sich ^{ein} deutlicher Schwaerzungsverlauf ueber einen Durchschnitt genommen merkbar; andermal war die Schwaerzung nahezu konstant. Dies zeigte sich z.B. wenn man ~~z.B.~~ 10 Striche unter denselben Bedingungen, was die Geschwindigkeit und den Druck betrifft, zog. Die maximale Schwaerzung war dann nicht konstant, doch Abweichungen traten auf, die manchmal mehr als 100% der durchschnittlichen Werte betragen. Die Experimente bezwecken dann auch diesen Abweichungen nachzugehen und eventuelle Fehler oder Ungenauigkeiten zu ermitteln.

Bestimmte Fehler sind noch nicht gefunden. Man kann jedoch sagen dass die mangelhafte Holz-Konstruktion, der bis jetzt verwendeten Apperatur, ein wichtiger Faktor ist. Deshalb wurde eine neue

- 2 - C

wird. Es wird dabei moeglich sein, die Kraft, womit die Spitze auf dem Film druckt, mehr konstant zu halten. Ausserdem wird es moeglich sein eine groessere Anzahl von Strichen auf einem Filmstreifen zu ziehen, dadurch dass man den Abstand der Striche z.B. genau auf $0,5^{\frac{1}{n}}$ konstant haelt.

Weiter wurde mit dem Studium der auftretenden Druckverteilungen usw. beim Drucken eines kugelfoermigen Gegenstandes auf einer mehr oder weniger elastischen Schicht angefangen. Da dieses Studium sich noch im Anfangsstadium befindet, kann hierueber noch nichts mitgeteilt werden.

Schliesslich wurde auch mit dem Studium des Einflusses der Vor- oder Nachbelichtung auf den Druckeffekt angefangen.

Uebereinstimmung mit der Literatur wurde gefunden. Auch hierueber kann jedoch noch nichts Definitives mitgeteilt werden.

Bemerkungen betreffend den Brief des Herrn Dr. Etzold vom 21 Juni '43

1. Das Studium der rollenden und gleitenden Reibung, wie von Dr. Etzold gemeint, war noch nicht an die Reihe, da noch nicht genuegend quantitative Resultate betreffend die gleitende Reibung vorhanden sind.

Das betreffende Experiment steht wohl auf dem Programm.

In diesem Zusammenhang verweise ich noch auf den Artikel von Lecté, Science et Industries Photographiques (2), 3, 401-442, 1932 in dem ein derartiger Experiment beschrieben wird. Es zeigte sich, dass auch bei rollender Reibung eine Schwaerzung auftritt im Widerspruch mit den anderen Experimenten (statischer Druck).

2. Mit der theoretischen Erklaerung ist ein Anfang gemacht worden, naemlich dadurch dass man erst die auftretenden Druckverteilungen studierte.

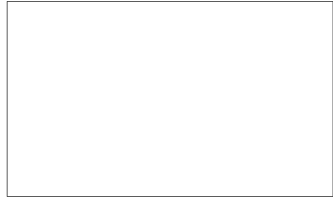
3. Zum Schluss wird auch mit einer Variation der Entwickelbedingungen

- 3 - C

Neben dem normalen Entwickler wird naemlich auch ein p - phenylen-
diamine-Entwickler gebraucht werden, sodass beide Entwickler vergli-
chen werden koennen.

50X1-HUM

Page Denied



50X1-HUM

SECRET

D

LIGEL

GEGENSTAND: DIE DRUCKEMPFINDLICHKEIT PHOTOGRAFISCHEN
SUBJECT: MATERIALS.
THE PRESSURE SENSITIVITY OF PHOTOGRAPHIC MATERIAL

ENGINEER

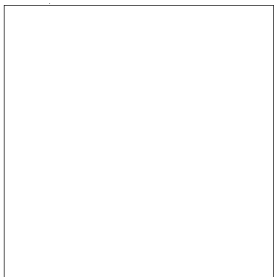
NAME: ING. H. de ZEEUW.
NAME:

PLATZ: DELFT,
PLACE: LABORATORIUM VOOR TECHNISCHE PHYSICA.
(SOURCE)

BERICHT NR.: 4.
REPORT NO.

ZEITRAUM: 1 JULI 1943 - 1 OKTOBER 1943.
PERIOD:

50X1-HUM



SECRET

D
LIGEL

GEGENSTAND: **DIE DRUCKEMPFINDLICHKEIT PHOTOGRAPHISCHER MATERIALS.**

NAME: **ING. H. de LIGEL.**

PLATZ: **DELFT,
LABORATORIUM VOOR TECHNISCHE FYSICA.**

BERICHT NR.: **4.**

ZEITRAUM: **1 JULI 1943 - 1 OKTOBER 1943.**

INHALT:
**I. EINLEITUNG.
II. a. Direkt registrierende Schwärzungsmesser.
b. Methoden bei direkten Schwärzungsmessern.
c. Ein von uns entworfener Schwärzungsmesser.
d. Verwendung des Schwärzungsmessers.
III. MESSUNGEN UND RESULTATE IN DIESEM ZEITRAUM
ERZIELT.**

D - 1 -

I. EINLEITUNG.

Die Experimente mit Drucklinien wurden fortgesetzt. Diese werden erzeugt, damit man eine kugelige Saphirspitze ueber ein Stueck Film gleiten laesst, wie im vorigen Bericht beschrieben wurde. Die neue Apparatur wurde verbessert; der definitive Apparat wird in wenigen Tagen fertiggestellt sein.

Bei der Untersuchung hat es sich herausgestellt, dass ein Apparat benoetigt war, mit dem man direkt Schwaeerungen registrieren kann. Eine neue Methode wurde dabei befolgt. Ein Apparat ist entstanden, der als "Zusatzerne" verwendet werden kann bei dem Mikrofotometer von Koll und mit dem es moeglich ist Schwaeerungen zwischen 0 und 5, bestimmt mit einer Genauigkeit von einigen Prozenten, zu registrieren.

Angefangen wurde mit dem Einfluss der Vor- und Nachbelichtung. Nur betr. die Nachbelichtung koennen die Resultate mitgeteilt werden. Ausserdem wurden 2 Sorten Entwickler verwendet:

1. Der normale Methol-Hydrochinon Entwickler, eine Oberflaechenentwickler.

2. Ein p-Phenyldiamin Entwickler, ein Tiefenentwickler.

Auf die Differenzen wird naeher in diesem Bericht eingegangen werden.

II. a. Direkt registrierender Schwaeerungsmessger.

Es hat sich herausgestellt, dass es einen nahezu linearen Zusammenhang gibt zwischen der Kraft, mit die der Saphir auf den Film drueckt und der maximal auftretenden Schwaeerung. Da die Kraft der maximal auftretenden Spannung (rein elastische Veraenderung des Filmes vorausgesetzt!) proportional ist, muss es auch einen linearen Zusammenhang zwischen der Spannung und der Schwaeerung geben.

D - 2 -

Es ist also erwünscht, bei dem Studium des Schwärzungsverlaufes diese Schwärzungen im Durchschnitt gut kennen zu lernen, mit anderen Worten es empfiehlt sich diese Schwärzungen zu registrieren. Ausserdem arbeitet der Mikrophotometer von Moll bei Schwärzungen grösser als 2 nicht mehr genügend genau, während es fuer unsere Untersuchungen wichtig ist, Schwärzungen bis 3 und 4 genau messen zu koennen.

Ausserdem ist es sehr angenehm normale Schwärzungskurven und Bruchschwärzungskurven direkt registrieren zu koennen, ohne dass man ^{zu} rechnen braucht. Dies hat den Vorteil, dass man einen besseren Ueberblick ueber die Messungen bekommt und das Ganze viel besser uebersehen kann.

b. Methoden bei direkten Schwärzungsmessern verwendet.

Fast alle Schwärzungsmesser danken den logarithmischen Verlauf zwischen "Ein- und Ausgangsleistung" dem logarithmischen Verlauf irgend einer Roehrencharakteristik und wohl ins besondere der i_a-v_g Charakteristik der Regelroehren. Die in der Literatur genannten Schwärzungsmesser (Philips Technisch Tijdschrift 1940, S. 243 und Review Scientific Instruments 1935, S. 435) arbeiten mit solchen Roehren wobei das Prinzip der automatischen Volumentregung angewendet wird. Die Eichcharakteristik dieser Messer zeigt noch gar keinen rein logarithmischen Verlauf fuer Schwärzungen zwischen 0 und 3, während sie auch nicht fuer Mikrogebrauch geeignet sind. Ausserdem arbeitet man immer mit Wechselstrom, was bei einer Anpassung an den Moll-Photometer gewisse Schwierigkeiten ergeben wuerde.

c. Von uns entworfener Schwärzungsmesser.

Die von uns befolgte Methode arbeitet ebenso mit der logarithmischen Charakteristik einer Roehre und wohl mit der Anlauf-

p - 3 -

Charakteristik einer Diode. Es ist bekannt, dass es einen logarithmischen Zusammenhang gibt zwischen Anodenstrom und Anodenspannung in dem Anlaufstromgebiet. Der Anodenstrom macht man jetzt identisch mit dem Photostrom einer Photoselle, während die Anodenspannung mit einer Elektrometertriode gemessen wird. Abb. 1 gibt ein Schema des entworfenen Apparates. Als Photoselle wird eine hoch-vakuum Zelle (Philips 3510) verwendet, die obgleich nicht so empfindlich ($3 \mu\text{A/lumen}$), einen kleinen Dunkelstrom hat und sehr stabil ist. Nur eine hoch-vakuum Zelle kam in Betracht wegen des grossen inneren Widerstandes, der erwünscht ist. Als Diode wird eine E 446 verwendet deren verschiedenen Gitter mit der Kathode geerdet sind. Eine E 446 ist gewählt worden, da diese eine der wenigen Röhren ist, deren Anode an der Spitze ausgeführt ist.

Die Isolation zwischen Anode und Kathode muss naemlich sehr gross sein, wie wir ersahen werden. Die Photostrome, die naemlich auftreten, wenn der Apparat als Zusatzgeraet zu dem Mikrophotometer von Hüll verwendet wird, variieren zwischen ungefaehr 10^{-8} und 10^{-12} A. Die Anodenspannung ist von der Grosseordnung einiger Volts negativ, sodass wir in Grenzfalle mit einem Ableitungswiderstand von 10^{12} Ω der Photoselle zu schaffen haben. Die Isolation muss also noch bedeutend hoehrer als dieser Wert sein. Fuer die Messung der Anodenspannung muss eine Elektrometertriode verwendet werden und es ist die Philips elektrometertriode 4060 verwendet worden. In der Kompensationsschaltung ist der Ruhestrom kompensiert. In dem kompensierten Zweig ist der Galvanometer aufgenommen, welcher zu dem Mikrophotometer gehoert und dessen Empfindlichkeit mit einem "Shunt" regelbar ist.

Abb. 2 misst die Anlaufcharakteristik des E 446 sehen, während in Abb. 3 die $i_a - V_g$ Charakteristik der 4060 aufgenommen worden ist

17-13

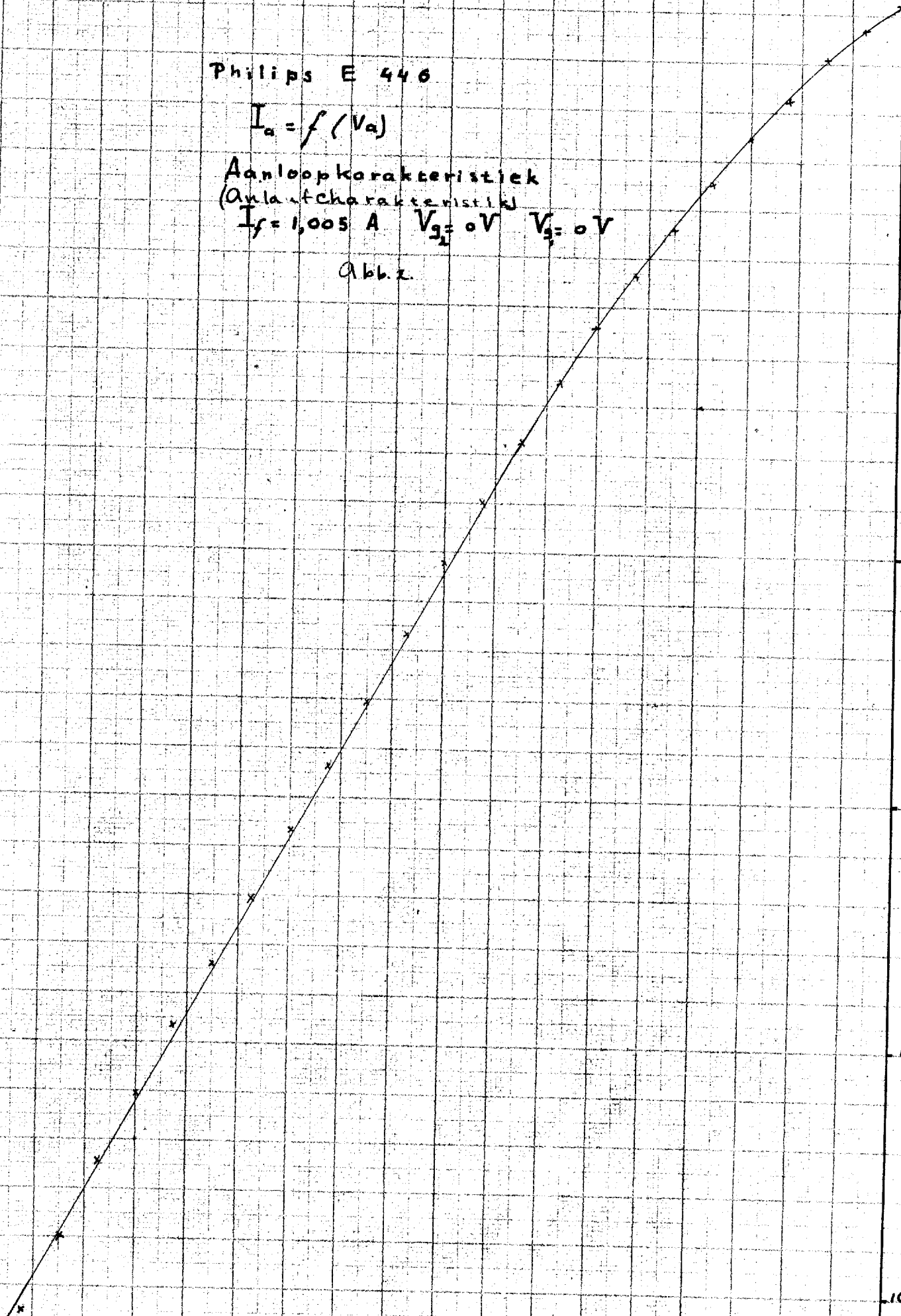
Philips E 440

$$I_a = f(V_a)$$

Aanloopkarakteristiek
(Anlaufkarakteristiek)

$$I_f = 1,005 \text{ A} \quad V_{g2} = 0 \text{ V} \quad V_{g3} = 0 \text{ V}$$

Abb. 2



D - 4 -

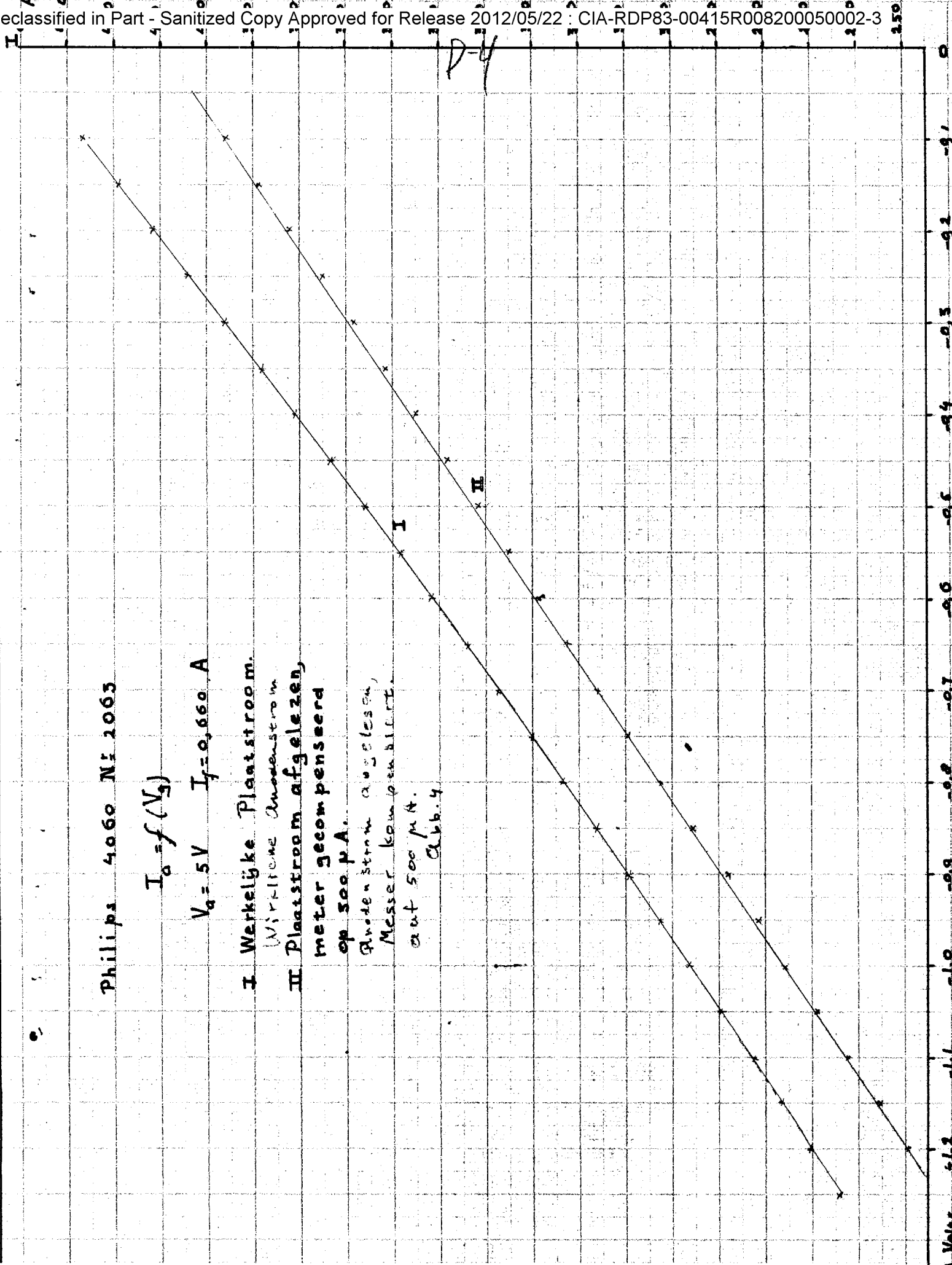
Diese letzte Charakteristik ist nicht ganz gerade, wodurch es erwünscht ist einen kleinen Teil der Charakteristik zu gebrauchen. Die Neigung der Anlaufcharakteristik ist so gross wie möglich gemacht, dadurch dass man die Temperatur der Kathode verhältnismässig niedrig hielt. (Gleichstrom 1,0 Amp. während dieser normal 1,1 Amp. ist). Dies war auch am besten mit dem zu verwendeten Strahengebiet. Das Ganze ist auf der optischen Bank geeicht, wobei das quadratische Abstandsgesetz Verwendung fand. Einen Unterbrecher konnte man nicht gut gebrauchen wegen der nicht-Linearität dieses Apparates. Die Fourier-Analyse zeigt dies sofort. Abb. 4 zeigt eine derartig aufgenommene Dichtkurve, aus der ersichtlich ist, dass das zu verwendende Gebiet genügend gross ist. Eine Schwärzungseinheit stimmt also mit einer bestimmten Anodenstromänderung der 4000 ($\pm 22 \mu A$) überein.

d. Verwendung des Schwärzungsmessers.

Es zeigt sich, dass der Schwärzungsmesser sich in der Praxis gut bewährt. Auch bei grossen Schwärzungswerten stellt es sich heraus, dass die R U Zeit der Schaltung noch derartig ist, dass der Lichtklock des Galvanometers seinen Endstand schnell genug einnimmt damit eine Registrierung möglich ist.

Auch war die Konstanz während einer gewissen Zeit ausreichend, sodass man keine Massregeln fuer das Auslaufen der Akkus zu ergreifen brauchte.

Von einem Stueckchen Kodak Positivfilm war eine Schwärzungskurve mit dem normalen Mikrophotometer aufgenommen worden. Eine selbe Schwärzungskurve mit dem neuen Apparat aufgenommen, stellte sich als vollkommen identisch damit heraus. Dies ist ein Beweis dafuer, dass ein geschwärzter Film ein Graufilter ist, da eine Thermoschleife



p - 5 -

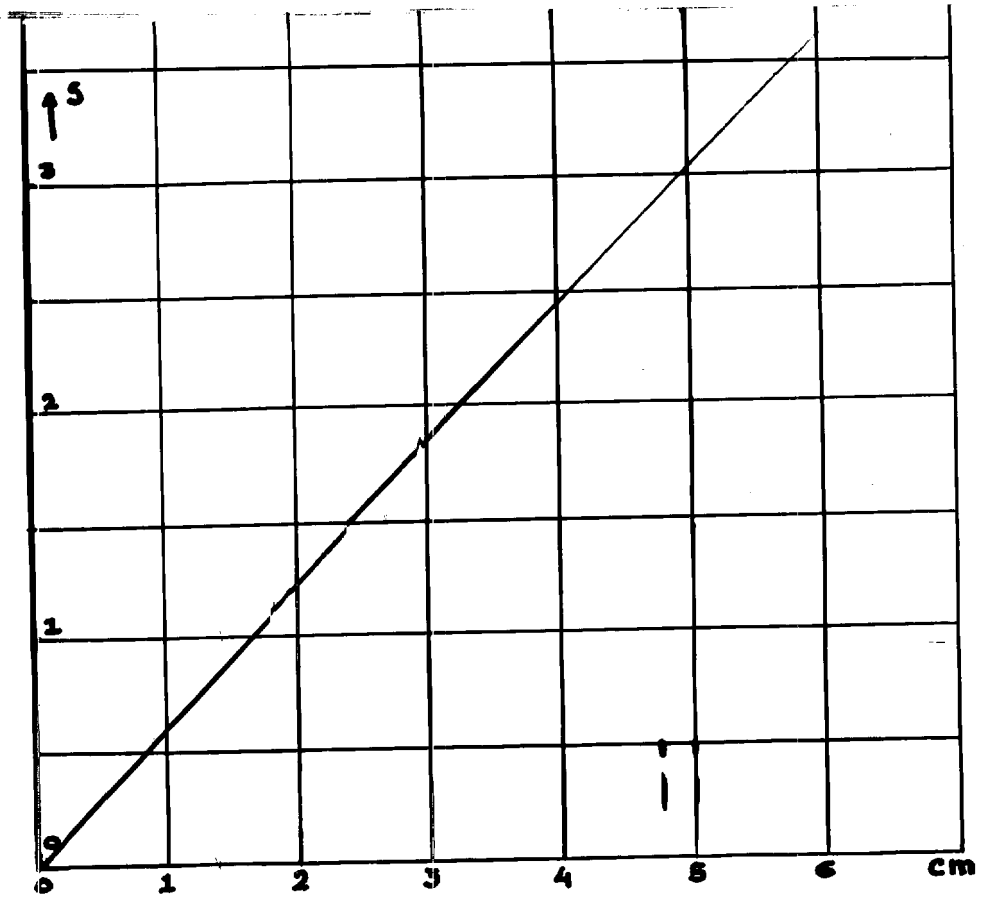
ihre maximale Empfindlichkeit in dem Rot und Infrarot hat, während die gebrauchte K_a-Zelle ihre maximale empfindlichkeit im Blau hat. Mit keinem der beiden Apparate kann man also kontrollieren ob ein Goldbergkeil richtig ist. Der Goldbergkeil ist dem Tageslicht angepasst worden. Mit dem Moll-Photometer wird eine zu kleine Schwärzung gemessen, mit dem neuen Apparat eine zu grosse. Der relative Verlauf muss jedoch wohl der selbe bleiben. An der registriertrommel wurde mit Hilfe einiger Zahnräder noch eine extra Verzögerung angebracht, sodass es möglich ist Schwärzungskurven aufzunehmen, wobei die Skalenwerte fuer die Schwärzung und Belichtung ungefähr dieselben sind. So ist aus Abb. 5 der relative Schwärzungsverlauf eines Goldbergkeiles ersichtlich und aus Abb. 6 der richtige Schwärzungsverlauf einer Schwärzungskurve eines Kodak-Positivfilmes. Die Charakteristik in Abb. 5 ist eine vollkommen Gerade fuer Schwärzungen bis einschliesslich 3, während die Abweichungen fuer grossere Schwärzungen auch noch geringfügig sind.

Die Abb. 7 und 8 lassen Schwärzungsaufnahmen sehen von Drucklinien bzw. durch den Mikrophotometer von Moll und den Schwärzungsmesser. Hieraus ist deutlich ersichtlich, dass eine Registrierung der Schwärzung beträchtliche Vorteile ueber die Registrierung der Transparenz hat.

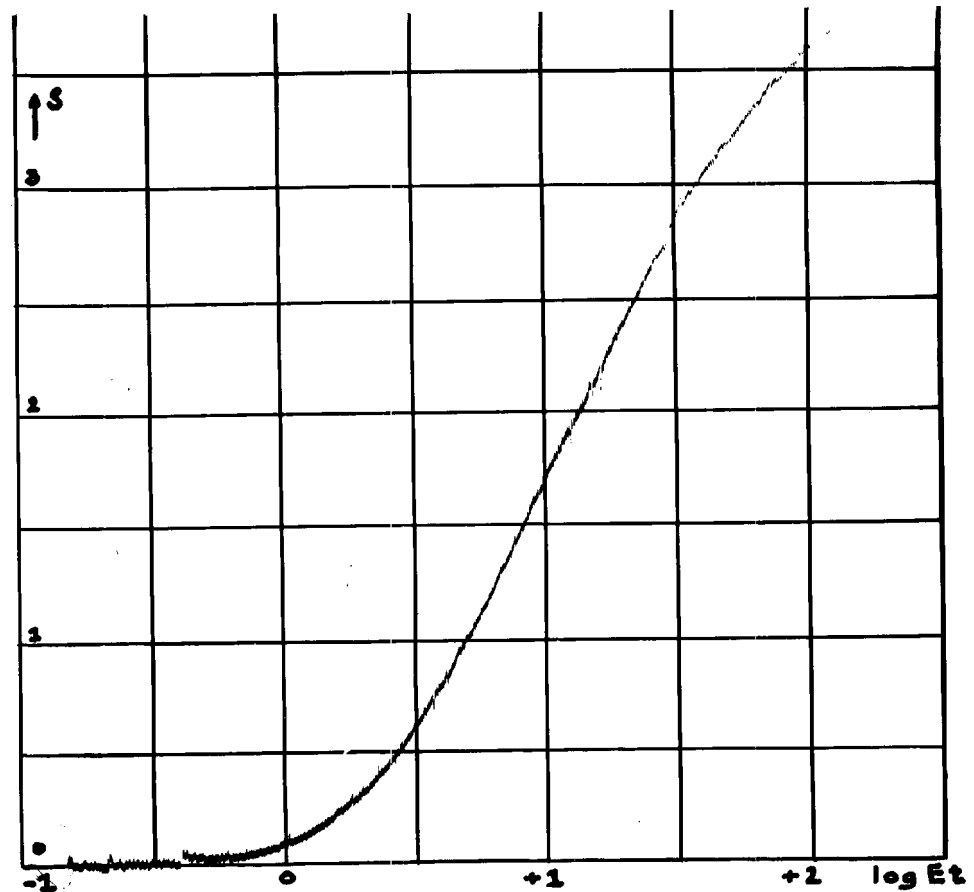
III. MESSUNGEN UND RESULTATE.

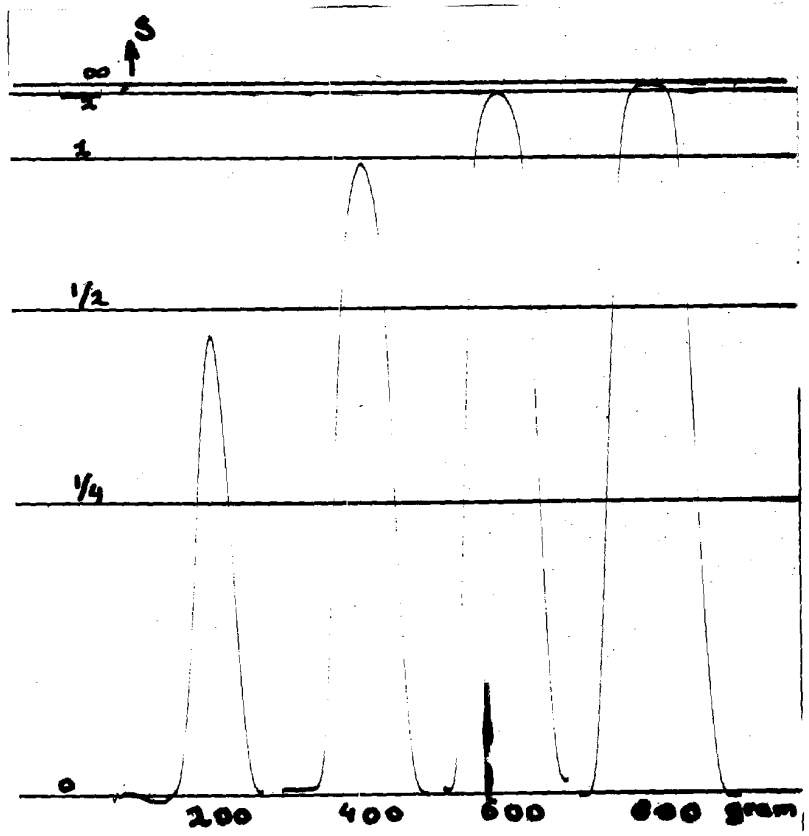
Aus Messungen an Probestreifen mit dem alten Apparat aufgenommen, zeigte sich die Linearität zwischen Schwärzung und Kraft. Dies kann jetzt auch fuer Schwärzungen grosser als 3 kontrolliert werden, wobei diese Linearität auch noch tatsächlich gilt. Im folgenden Bericht hoffen wir hierauf naeher zurueksukommen. Darauf wurden Schwärzungsaufnahmen ueber einen Durchschnitt eines bestimmten Striches gemacht,

wobei der registriertrommel etwas noch eine extra Beschleunigung hin-

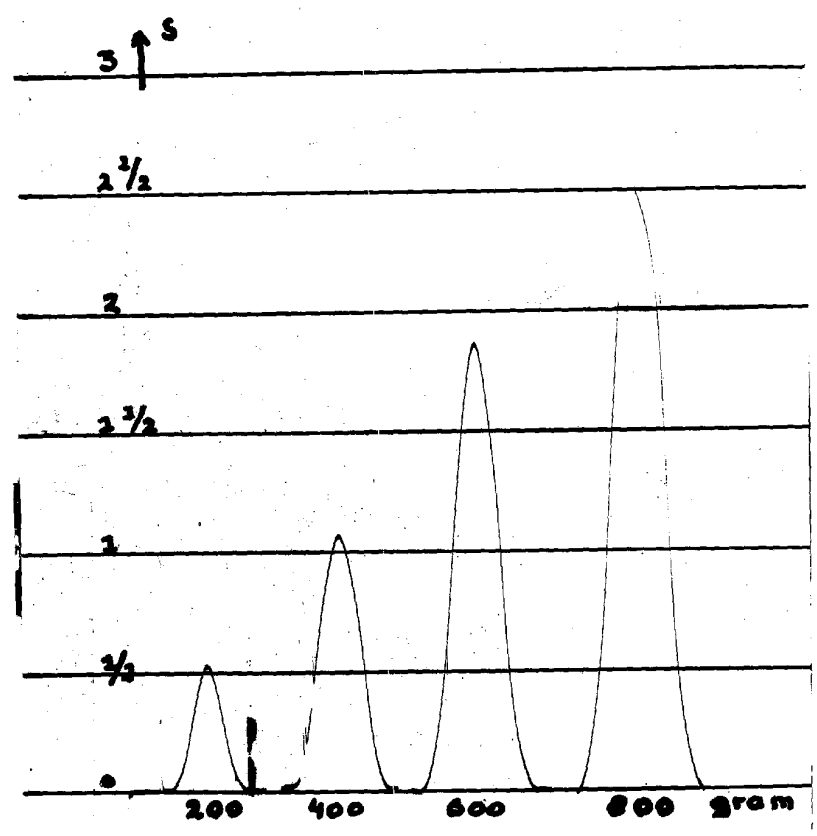


Q b b . 5





Obj.



Obj.

D - 6 -

sugefuegt wurde. Auf diese Weise stimmte 1 mm auf der Registriertrammel mit 5μ in Wirklichkeit ueberein. Auf diese Weise war es moeglich den Schwärzungsverlauf im Durchschnitt zu studieren, wenn wir noch bedenken, dass das Spaltebild des Mikrophotometers auf ungefaehr 15 eingestellt worden war und die Striche selbst zu 300μ breit waren. In jedem Falle zeigt es sich, dass der Schwärzungsverlauf ueber ein grosses Stueck des Durchschnittes quadratisch mit dem Abstände verläuft.

Wir wuerden dies wie folgt erklæren koennen:

Setzen wir, dass die Schwärzung der tangentiellen Spannung proportional ist (also auch der normalen Spannung) indem wir einen konstanten Reibungskoeffizienten voraussetzen und des Abstandes, ueber den eine derartige Spannung wirkt. Wir nehmen weiter einen doppelt-quadratischen Verlauf der normalen Spannung an. Betrachten wir einen bestimmten Punkt des gedruckten Filmes. Dieser Punkt ist einer normalen Spannung unterworfen, die erst quadratisch bis zu einem Maximalwert zunimmt und nachher ebenso bis zum Nullwerte wieder abnimmt.

Um also die Schwärzung fuer diesen bestimmten Punkt zu finden, messen wir eine Integration ueber einen halben Kreis ausfuehren. Es zeigt sich dann, dass wir einen parabolischen, also einen normalen quadratischen Verlauf der Schwärzung fuer einen Durchschnitt finden.

Dies stimmt mit dem Experiment ueberein. Nur zeigen sich an den Raendern der Linien Abweichungen, die noch nicht erklært werden koennen.

Um den Einfluss des Entwicklers zu untersuchen haben wir neben dem fruher schon erwachten Metol-Hydrochinon-Entwickler einen typischen Tiefenentwickler verwendet und zwar:

5 gr. p-Phenylendiamin.

50 gr. Na₂S₂O₃

D - 7 -

500 cm³ Wasser

Nicht verdünnt, Entwicklungszeit 15 Minuten.

Bei Messung der Schwärzung mit dem Mikrophotometer von Moll zeigte sich diese Schwärzung kleiner als die diesbezügliche Schwärzung war und unter Verwendung des Metol-Hydrochinon-Entwicklers. Wenn diese Schwärzungen mit dem neuen Schwärzungsmesser gemessen wurden, dann zeigten sich diese der selben Grössenordnung. Offenbar ist das durch p-Phenylendiamin entwickelte Silber nicht grau, doch zeigt im Rot eine grössere Durchlässigkeit als im Blau. Die entwickelten Streifen zeigen auch einen typischen braunen Glanz statt eines Schwarzen.

Auch machten man Aufnahmen um den Schwärzungsverlauf ueber einen Durchchnitt zu studieren. Auch hierbei war ungefaehr der parabolische Verlauf vorhanden.

Die Messungen sind noch zu unvollkommen um jetzt schon weiter darueber zu reden.

Schliesslich machte man Aufnahmen der Drucklinien die nach der Aufnahme noch einer Belichtung unterworfen wurden.

Die Belichtung fand hinter einem Goldbergkristall statt. Als Lichtquelle wurde eine Welframmrohre gebraucht mit Filtern versehen um die spektrale Einteilung des Tageslichtes zu bekommen.

In Abb. 9 sind die Resultate einer derartigen provisorischen Untersuchung angegeben. Hieraus geht hervor, dass bei bestimmter Nachbelichtung und bestimmter Kräfte eine desensibilisierende Wirkung auftritt.

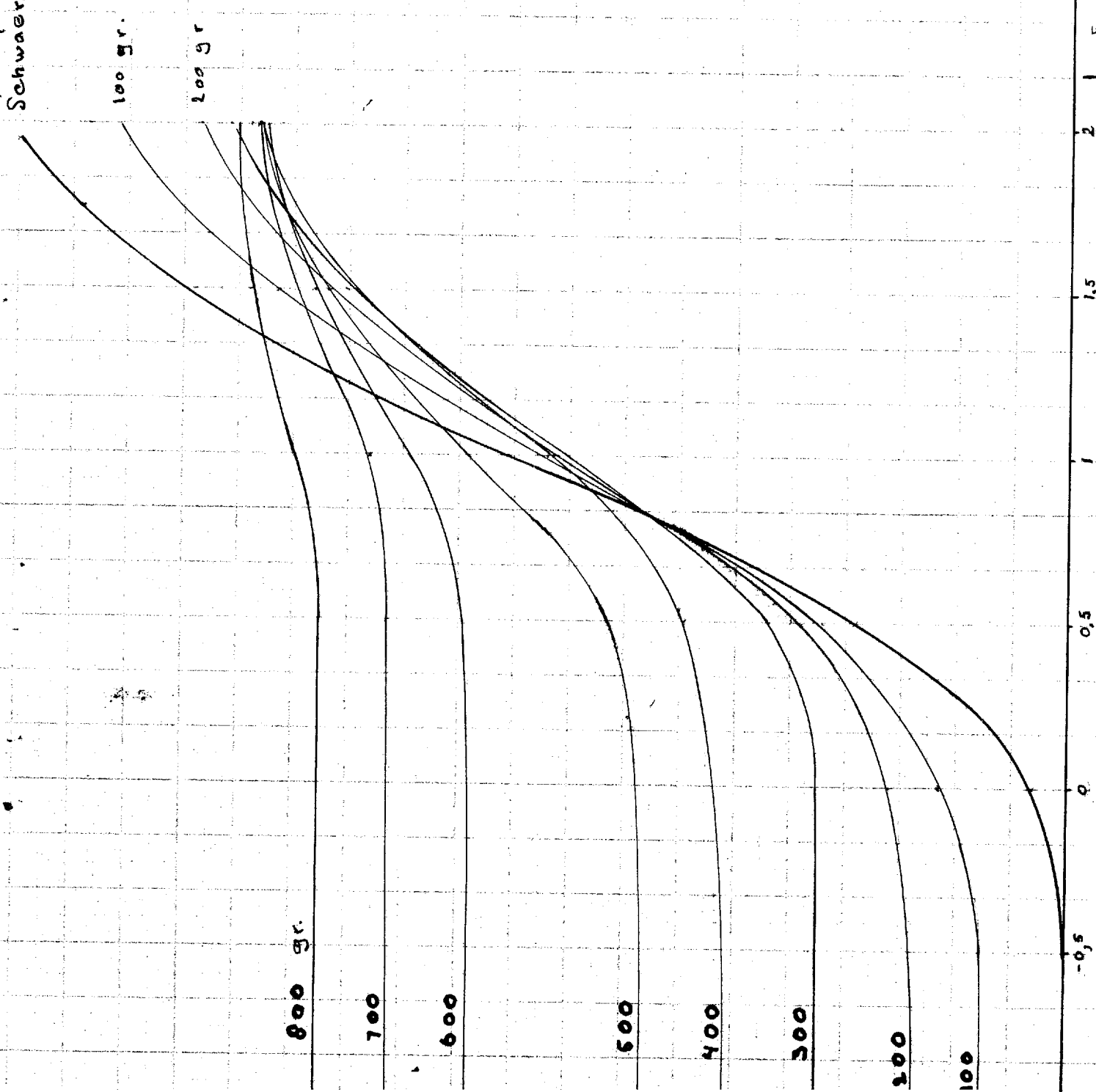
Die Linien des konstanten Druckes schneiden die Schwärzungskurven in einem Punkt, der um so weiter auf der Schwärzungskurve liegt als der Druck grösser ist.

Es ist interessant wenn man die Schwärzungsverteilung ueber ei-

D-1

Schwaerzungs kurve

Abb. 9



D - 8 -

nen Durchnitt bei ziemlich grossen Kraeften und starken Nachbelichtung studiert. Die Schwärzung nimmt erst ab bis zu einem Minimum, steigt darauf an bis zu einem Maximum und nachher wieder bis zu seinem ursprünglichen Wert anzuheben. Dies steht selbstverständlich in Zusammenhang mit der Druckverteilung. Es gibt also offenbar bei einer bestimmten Nachbelichtung einen bestimmten Druck bei dem die grösste Desensibilisation auftritt. Wenn wir jetzt anfangen die Kraft zu verlieren, dann wird das Minimum der Absissenkurve entlang verschoben. Die Grösse des Minimums wird jedoch konstant bleiben. Aus den Aufnahmen geht dies auch deutlich hervor.

Schlussbetrachtung.

Die Reproduzierbarkeit lässt noch zu wünschen übrig. Um dies näher zu studieren wurden einige Probestreifen gemacht, die alle auf dieselbe Weise behandelt wurden. Einige Streifen wurden jedoch im Voraus entweder in einer sehr trockenen, oder in einer sehr feuchten Umgebung einige Zeit aufgehängt.

Die erzielten Schwärzungen liefen jedoch ziemlich auseinander. Also kamen wir zu der Folgerung dass es erwünscht ist neben der normalen Kraft auch die tangentiell auftretenden Kräfte zu messen. Die betreffende Apparatur wird dann auch hergestellt werden; wir hoffen damit während des nächsten Termines mehr reproduzierbare Schwärzungen zu erzielen.

50X1-HUM

Page Denied

Λ

SECRET



LIGEL

GEGENSTAND: Die Druekeempfindlichkeit photographische
SUBJECT Materials:
THE PRESSURE SENSITIVITY OF PHOTOGRAPHIC MATERIALS.

CERTIFIED ENGINEER

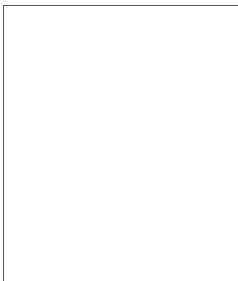
NAME: Dipl. Ing. H. de Zeeuw.
NAME:

PLATZ: De Ift,
PLACE Laboratorium voor Technische Physica.
(SOURCE)

BERICHT NR.: 5.
REPORT NO.

ZEITRAUM: 1 October 1943 -- 1 Januari 1944.
PERIOD

50X1-HUM



SECRET

L I G E L

GEGENSTAND: **DIE DRUCKEMPTFINDLICHKEIT PHOTOGRAPHISCHER P-12-
FILMS.**

NAME: **DIPL. ING. H. G. ZEHOU.**

PLATZ: **DELFT,
LABORATORIUM VOOR TECHNISCHE FYSICA.**

BERICHT NR.: **6.**

ZEITRAUM: **1 OKTOBER 1943 - 1 JANUAR 1944.**

INHALT: **I. ZIELE ZIELEN.
II. THEORETISCHE-KRUFTEDETERMIN.
III. VERSUCHSRESULTATE.
IV. TEMPERATUR- UND FEUCHTIGKEITSEINFLUSS.
V. STATISCHE DRUCKMESSUNGEN.
VI. SCHLUSSENBEMERKUNG.**

- 1 -

I. EINLEITUNG.

Das Problem am Ende des vorigen Zeitraumes bestand noch aus der Tatsache, dass Aufnahmen von Druckschwärzungen unter bestimmten Bedingungen von Druck und Geschwindigkeit nicht reproduzierbar waren. Im vergangenen Zeitraum wurde weiter nach den Ursachen dieser Unreproduzierbarkeit gesucht und nach Mitteln um diese zu beheben. In erster Stelle wurde an das Folgende gedacht: Druck ohne Bewegung gibt keine Schwärzung, Druck mit Bewegung gibt wohl Schwärzung. Es scheint also, dass die tangentiellen Kräfte die Ursache der entstandenen Schwärzung sind. Es wurde denn auch nach Mitteln gesucht um diese tangentiellen Kräfte zu messen und nachzuprüfen in wie weit diese die Schwärzung beeinflussen. Deshalb haben wir eine Apparatur entwickelt zwecks Messung der tangentiellen Kräfte.

II. TANGENTIELLE-KRAFTMESSER.

Das Prinzip auf dem dieser von uns entwickelte Kraftmesser beruht ist das Folgende:

Der Druck wird von einem Saphir ausgeübt, welcher an einen Hebel unbeweglich befestigt ist. Diese starre Kupplung wird jetzt von einer anderen Kupplung wie folgt ersetzt: Man montiert eine Buchse drehbar um eine waagerechte Achse am Ende des Hebels. In diese Buchse kann der Saphir geschoben werden. Das obere Ende der Buchse wird in einem Gleichgewichtszustand gehalten durch zwei stählerne Federchen. Ausserdem ist an die Buchse eine kleine kupferne Platte von $1 \times 1 \text{ cm}^2$ befestigt, welche die eine Platte eines flachen Kondensators ist. Die andere Platte des Kondensators ist fest in den "Kopf" des Hebels montiert. Wenn der Saphir jetzt auf die Platte gedrückt wird, dann wird unter Einfluss der tangentiellen Kraft der Saphir etwas drehen. Dies verursacht eine kleine Kapazi-

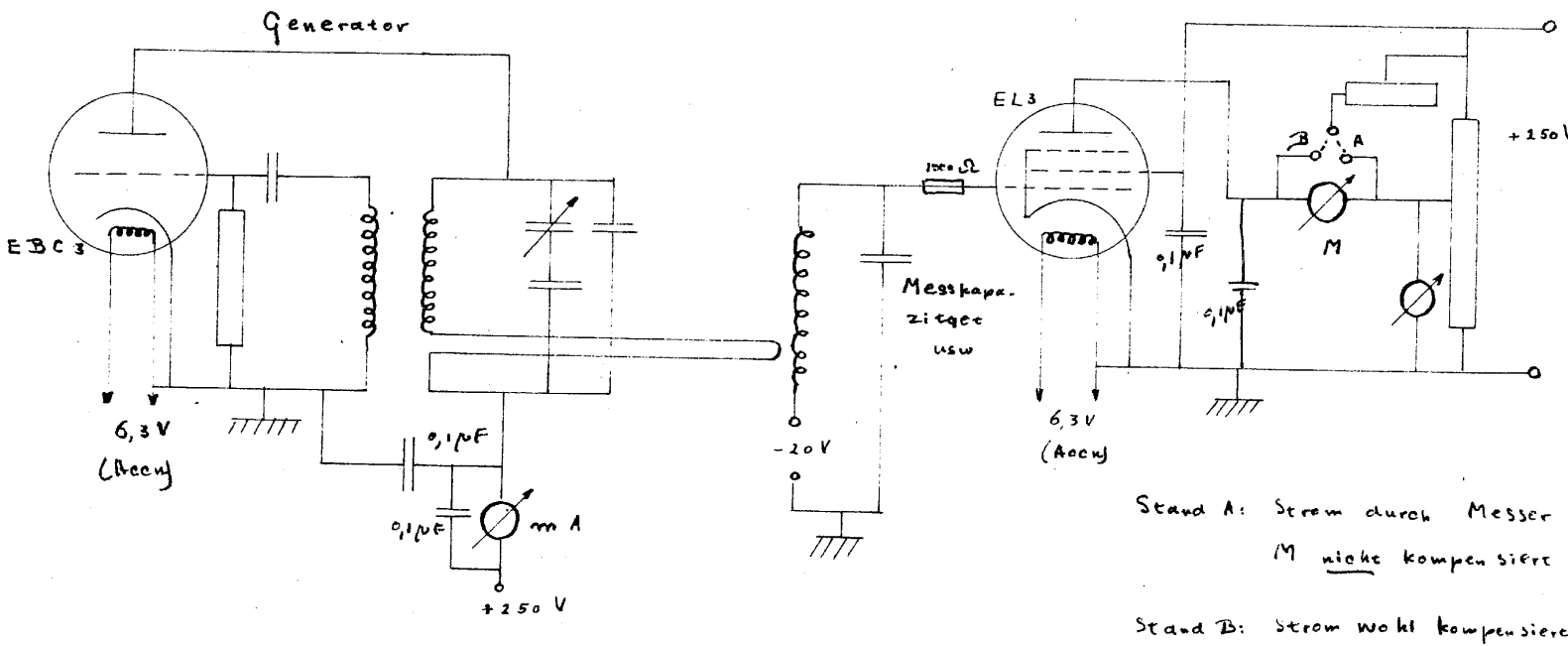


Fig. 1

D

A

- 2 -

taatsänderung des Kondensators und gerade diese Änderung werden wir messen. Das Ganze ist jetzt derartig umgekehrt, dass ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der tangentiellen Kraft und der zu messenden Kapazität besteht. Um einen Eindruck darüber zu bekommen um welche Kapazitätsvariationen es sich handelt, wird nachfolgende erbracht:

Die Platten des Kondensators stehen in dem Gleichgewichtszustand ungefähr 1 mm von einander entfernt. Setzen wir, dass wir eine tangentielle Spannung von max. 1000 g. und min. 10 g. messen wollen, dann bedeutet dies, dass in dem einen schwersten Falle die kleinen Platten des Kondensators sich um 1/100 mm einander nähern. Da die totale Kapazität ungefähr 1 μ F ist, kommt dies auf das Messen von Kapazitätsänderungen von ca. 0,01 μ F hinaus.

Die Messung geschieht jetzt wie folgt: Die zu messende Kapazität ist aufgenommen in einem Hochfrequenzkreis aus einer Spule sehr guter Qualität bestehend und einer Kapazität, welche wieder aus der Eigenkapazität der Spule, der zu messenden Kapazität und der Kapazität des Verbindungskabels besteht.

Der Hochfrequenzkreis befindet sich in einem Gitterkreis eines EL3. Ausserdem ist dieser Kreis sehr schwach mit der Generatorspule eines Generators gekoppelt mit einem NBO3 als Generatorrohre. Die Frequenz des Generators liegt der Eigenfrequenz ($\pm 10^6$ Hz.) des oben erwähnten Gitterkreises sehr nahe, derartig, dass wir uns ungefähr in der Mitte der Abstimmungscharakteristik des Kreises befinden. Der EL3 tritt jetzt als Detektor auf und ausserdem als Verstärker. Der Anodenstrom des EL3 ist direkt von der Eigenfrequenz der Gitterkreis-Spule der zu messenden Kapazität abhängig. Um diesen Anodenstrom genau messen zu können, ist eine Stromkompensation nötig, die aus nebenstehender Abbildung ohne weiteres ersichtlich ist. Die exp-

- 3 -

A

findlichster Messer braucht man einen Monavi mit einem totalen Ausschlag bei 1 mA. Diesen gebraucht man also beim Messen der kleinsten Kapazitätsänderungen oder der kleinsten tangentiellen Kräfte.

Um allen Anforderungen zu genügen, war es notwendig gut zu dimensionieren. Die Stabilisation verschiedener Ströme und Spannungen und der Generatorfrequenz war weiter ein wichtiger Punkt.

Weiter war es notwendig der Apparat zu eichen. Demzufolge wurde an den Apparat statt des Saphirs ein kupferer Stift mit Einkerbung befestigt. In der Einkerbungsstelle konnte jetzt mit Hilfe einer kleinen Schmir, einer Kontrolle und einer Schale mit Gewichten gezogen werden.

Jetzt ist der Abstand der Platten umgekehrt proportional zu der Kapazität zwischen diesen 2 Platten (hyperbolischer Verlauf). Die Eichcharakteristik hat auch einen derartigen Verlauf. Diese wird fuer einen bestimmten Fall in den nachsten Bericht aufgenommen werden.

Die Einstellung ist jetzt so, dass eine normale Kraft von 10 g ungefaehr eine tangentielle Kraft gibt, die eine Bewegung von 3 bis 4 Skalenteilen auf das Messinstrument (mA messen in (Wendekreis der M13) verursacht.

III. ERGEBNISSE.

Schon bald stellte sich heraus, dass ein linearer Zusammenhang zwischen normaler und tangentieller Kraft bei verschiedenen normalen Kräften besteht d.h. ein konstanter Reibungskoeffizient. Dieser Reibungskoeffizient ist unter normalen Umständen ungefaehr 0,45. Bisweilen traten jedoch Abweichungen auf, wobei der Reibungskoeffizient kleiner wurde. Ins besondere stellte sich heraus, dass dies beim Eichen einer Serie von Strichen mit einer immer ansteigenden Kraft geschah. Es zeigte sich dann das der Reibungskoeffi-

- 4 -

A

ient bis auf ungefähr die Hälfte des obengenannten Wertes allmählich reduziert wurde. Auch zeigte es sich, dass beim Ziehen der Striche unter denselben Bedingungen von Druck und Geschwindigkeit der Reibungskoeffizient sich bisweilen wanderte. Nach Entwicklung u. s. w. stellte sich dann heraus, dass zu einem grösseren Reibungskoeffizienten auch eine grössere Schwärzung gehoerte. Bisweilen auch bestand die Linie, die den Zusammenhang zwischen tangentiellen und normalen Kräften angibt aus 2 geraden Teilen, mit dem Knickpunkt in dem Übergangspunkt, wobei wir neben elastischer Verzerrung auch plastischer Verzerrung bekommen (vgl. vorige Berichte). Dies war jedoch nicht reproduzierbar.

IV. TEMPERATUR- UND FEUCHTIGKEITSEINFLUSS.

Um diese Faktoren naeher zu studieren wurde die ganze Apparatur welche bis jetzt in einem verhaeltnissmaessig kleinen Raum aufgestellt war, nach einem grosseren Kellerraum uebergebracht. Die Temperatur und die Feuchtigkeitsgrenze sind dort innerhalb weiterer Grenzen regierbar.

In erster Instanz stellte es sich heraus, dass eine konstante Temperatur und Feuchtigkeit auch einen konstanten Reibungskoeffizient gibt. Die Abhaengigkeit von diesen beiden wird jedoch im naechsten Termin naeher untersucht werden.

V. STATISCHE DRUCKMESSUNGEN.

Wir haben verschiedene Versuche gemacht um aus einem einzigen Schwärzungstrich auf einen Zusammenhang zwischen Druck und Schwärzung zu schliessen, dadurch dass wir den Schwärzungsverlauf ueber einen Durchschnitt studierten. Von uns wurde dann die Frage gestellt ob die Druckverteilung ueber einen Durchschnitt tatsaechlich wohl quadratisch war. Wir haben versucht dies nachzugehen dadurch dass wir auf die statischen Druckmessungen des Berichtes Nr. 1 zurueck-

- 5 -

A

gegriffen haben. Der Saphir wurde dazu auf Filmmaterial gedruckt, während zugleich Zeit belichtet wurde. Wir bekommen dann eine Desensibilisation, die über den Durchschnitt verändert. Mit Hilfe von Filtern wurde das Licht so langwellig wie möglich gemacht, da langwelliges Licht einen grösseren Effekt hat. Die Messungen sind jedoch misslungen. Durch die Kleinheit der zu messenden Oberflächen und die körnige Beschaffenheit des Materials war es unmöglich genügend genaue Messungen zu bekommen.

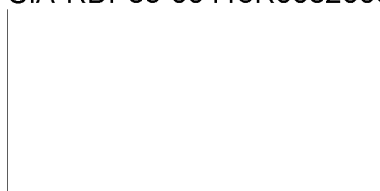
VI. SCHLUSSEMERKUNG.

Durch das Verlieren des tangentialen Druckes hat sich das Studium der Reproduzierbarkeit bedeutend erleichtert. Während der Aufnahmen ist es jetzt schon möglich der Reproduzierbarkeit nachzugehen. Im nächsten Bericht hoffen wir mehr Data betr. Feuchtigkeit und Temperaturabhängigkeit erteilen zu können.

50X1-HUM

Page Denied

SECRET



- A. THE PRESSURE SENSITIVITY OF PHOTOGRAPHIC MATERIALS.
- B. THE INFLUENCE OF AN ELECTRIC FIELD ON THE FORMATION AND EVOLUTION OF A LATENT IMAGE.

LIGEL

GEGENSTAND: } A. DIE DRUCKEMPFINDLICHKEIT PHOTOGRAPHISCHEN MA-
 SUBJEKT: } TERIALS.
 B. DER EINFLUSS EINES ELEKTRISCHEN FELDDES AUF DIE
 ENTSTEHUNG UND ENTWICKLUNG DES LATENTEN BILDES.

CERTIFIED ENGINEER
 Dipl. Ing. H. de ZEEUW.

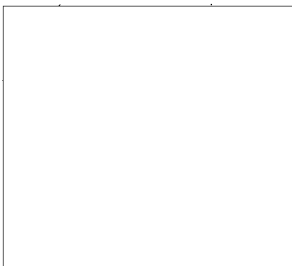
NAME:
NAME

PLATZ:
PLACE
(SOURCE)

DELFT,
LABORATORIUM VOOR TECHNISCHE PHYSICA.

BERICHT NR.: 6.
REPORT NO.

ZEITRAUM: 1 JANUAR 1944 - 1 APRIL 1944.
PERIOD



50X1-HUM

SECRET

B

BETR: A. DIE DRUCKEMPFINDLICHKEIT PHOTOGRAPHISCHEN
MATERIALS.
B. DER EINFLUSS EINES ELEKTRISCHEN FEILDES AUF
DIE ENTSTEHUNG UND ENTWICKLUNG DES LATENTEN
BILDES.

NAMEN: Dipl.ing.H.DE ZEEUW.

ORT: DELFT,
LABORATORIUM FÜR TECHNISCHE PHYSIK.

BERICHT: 6

TERMIN: 1 JAN. 1944 - 1 APRIL 1944.

INHALT: A.I. EINLEITUNG
II. ÜBERSICHT DER NUMMERN BEFOLGTEN METHODE.
III. ERGEBNISSE DER FORSCHUNG.
IV. PHYSISCHE ENTWICKLUNG.
V. MIKROSCHNITTE.

B.I. EINLEITUNG.
II. EXPERIMENTE.

B

A. DIE DRUCKEMPFINDLICHKEIT FOTOGRAFISCHEN MATERIALS.

I. EINLEITUNG.

Dieser Bericht hat den Zweck eine kurze Zusammenfassung darüber zu geben, was bis jetzt in obenbezeichneter Angelegenheit erreicht worden ist. Einige Schwierigkeiten sind überwunden, sodass es jetzt möglich ist von einer bestimmten Filmsorte die Druckempfindlichkeit zu bestimmen. Die Forschungen haben neue Gesichtspunkte ergeben, welche in diesem Bericht näher erwähnt werden.

II. ÜBERSICHT ÜBER DIE NUNMEHR BEFOLGTE METHODE.

Mit Hilfe einer Saphir-Spitze, die an einen Hebel befestigt ist, werden auf einen Filmstreifen "Druckstriche" gezogen. Zu diesem Zwecke ist der Filmstreifen auf ein Rad befestigt, das mit einer bestimmten konstanten Geschwindigkeit gedreht wird. (dazu sind einige Verzögerungsmechanismen zwischen dem antreibenden Motor und dem Rad befestigt). Das Rad ist mit Hilfe einer Schraube in seitliche Richtung verstellbar, sodass eine Anzahl von Strichen in regelmässigen Abständen gezogen werden können. Die Striche werden normal in Abständen von $\frac{1}{2}$ mm gezogen, sodass im Ganzen wohl 40 Striche auf einen Filmstreifen gezogen werden können. Durch ein Hebelsystem ist die Kraft mit welcher der Saphir auf den Film druckt variierbar.

Nachher erfährt der Filmstreifen die normale fotografische Bearbeitung (entwickeln, fixieren, spühlen usw.). Schliesslich werden die Breiten der Druckstriche und die maximal auftretende Schwärzung gemessen und manchmal auch der Schwärzungsverlauf über

Ausschlag in A-Messer
in Skalenteil

Eichkurve
Tangentialkraftmesser
18/4/44

Fig. 1

Tangentialkraft

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 → Pt

B

einen Durchschnitt.

Bei der Untersuchung hat sich herausgestellt, dass es erwünscht ist die tangenziellen Kräfte zu messen, welche beim Ziehen der Striche auftreten. Zu diesem Zwecke ist der Saphir drehbar aufgestellt, derartig, dass zu jeder tangenziellen Kraft ein bestimmter Wert der Kapazität eines kleinen Kondensators gehört (zu jeder Kraft gehört nämlich ein bestimmter Stand des Saphirs, dessen Halter an einer der Platten des genannten Kondensators befestigt ist). Die Kapazität dieses Kondensators wird in einer Hochfrequenzschaltung gemessen. Das schliessliche Ableseinstrument ist dabei ein m.A.Meter, der sich in der Plattenstromkette einer EL 3 befindet. Vorher wird eine Eichkurve aufgenommen, sodass es möglich ist aus der Ablesung des m.A.Meters sofort die tangentielle Kraft zu bestimmen. Eine derartige Eichkurve ist in Abb.1 angegeben; diese hat, wie zu erwarten ist, eine hyperbolische Form.

Die Temperatur und Feuchtigkeit werden notiert und soviel wie möglich konstant gehalten damit die elastischen Eigenschaften der ganzen Filmschicht so konstant wie möglich gehalten werden.

Das Entwickeln und Fixieren muss laut einer Standardmethode stattfinden um diese Faktoren bei der Beurteilung der Druckempfindlichkeit auszuschalten.

Es wird mit 2 verschiedenen Entwicklern entwickelt und wohl:

a. Einem Metol-hydrochinon Entwickler:

1000 cm³ Wasser

8 gr Hydrochinon Verdünnung 1 : 5

Die Schwärzungen werden mit dem Mikrofotometer von Moll bestimmt, der mit Hilfe einer bestimmten Photozellschaltung in stande ist, direkt Schwärzungen bis zu einer Schwärzung von za. 3.5 bis 4 zu registrieren.

III. RESULTATE DER FORSCHUNG.

Bis jetzt hatte die Forschung den Zweck die Messungen so reproduzierbar wie möglich zu bekommen. Es hat sich herausgestellt dass verschiedene Faktoren hierbei eine Rolle spielen u.a. die Temperatur und die Feuchtigkeit der Filmschicht. Weiter hat es sich gezeigt, dass in den bekommenen Strichen immer Unregelmässigkeiten vorkommen, sei es dass die Schwärzung manchmal sehr hoch ist. Der Grund muss in Unsauberkeiten gesucht werden, sei es auf dem Saphir, sei es auf oder in der Filmschicht. Besonders Fingerabdrucke werden auf diese Weise ziemlich sichtbar. Weiter kommt noch dazu, dass sowohl die Gelatine wie das Zelluloid elastische Eigenschaften haben, die für unsere Forschung weniger erwünscht sind. Ausser Temperatur und Feuchtigkeit scheint die Zusammensetzung genannter Materialien auch einen bedeutenden Einfluss auf die elastischen Eigenschaften zu haben. Weiter zeigt Zelluloid die Eigenschaft elastischer Nachwirkung. Diese elastische Nachwirkung ist für unsere Untersuchung sehr wichtig, da diese auch für die auftretenden Spannungen, Strichbreiten usw. mitbestimmend ist. Die Geschwindigkeit mit der die Striche gezogen werden, wird auch seinen Einfluss hierauf geltend

machen, sodass eine gute Reproduzierbarkeit eigentlich auch nicht zu erwarten ist.

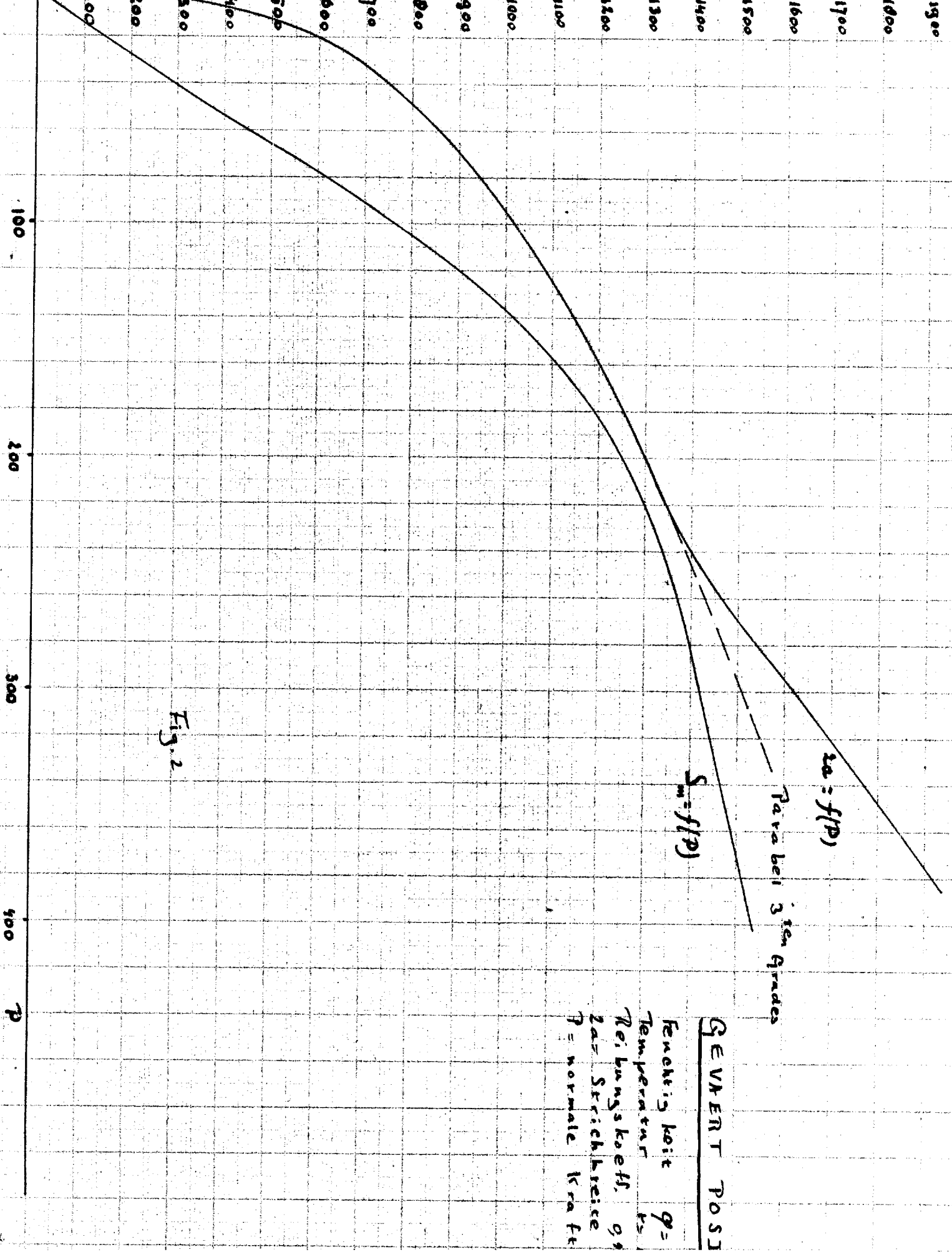
Wir haben danach gestrebt alle Faktoren soviel wie möglich konstant zu halten und nur die normale Kraft, mit welcher der Saphir auf den Film gedruckt wird, zu variieren.

Aus dem Vorerwähnten kann schon ein wichtiger Schluss gezogen werden, nämlich: im Bericht Nr.1 wurde die Möglichkeit geäußert das Druckverfahren für das Aufzeichnen des Tones zu verwenden. Im Prinzip wird dies möglich sein. Die Qualität wird jedoch in Bezug auf die obenerwähnten Unregelmässigkeiten weit unter der Qualität des normalen Verfahrens stehen, wenigstens mit dem heutigen Material. Es hat also keinen Sinn in dieser Richtung noch zu suchen. Der einzige Zweck ist also ein wissenschaftlicher und wohl eine Vergrösserung der Kenntnis betreffend die Entstehung des latenten Bildes.

Gevaert-Positiv: Mit dieser Filmsorte wurde eine ganze Serie von Proben verrichtet. Es wurden nur Aufnahmen mit einer Geschwindigkeit von 1,48 cm/Sek.gemacht. Bei einigen zwölf Aufnahmen variierte die Feuchtigkeit von 57% bis 70%, die Temperatur von 16°C bis 24°C und der Reibungskoeffizient von 0.42 bis 0.49. Eine bestimmte Abhängigkeit des Reibungskoeffizienten von Feuchtigkeit und Temperatur wurde nicht gefunden, sodass wir annehmen können dass dieser wohl nahezu unabhängig davon ist.

Ein Teil der Filmstreifen wurde in dem Metol-Hydrochinon-Entwickler entwickelt und ein anderer Teil in dem Metolentwickler.

5 | 22 10 14



Für den Metol-Hydrochinon-Entwickler wurden Entwicklungszeiten von 1, 2, 3, 4 und 5 min genommen, dadurch dass die betreffende Aufnahme in 5 Stücke geschnitten wurde. Dasselbe gilt für den Metolentwickler, aber dann mit 5, 10, 15 und 18 min. Im allgemeinen wurden sehr kleine Differenzen gefunden und war eine vollständige Ausentwicklung schon für die kleinsten Entwicklungszeiten da.

Abb. 2 gibt eine Übersicht, wie der Verlauf der mittleren Vergrößerung und der Strichbreite in Abhängigkeit der Kraft für einen bestimmten Sachir ist. Hieraus sehen wir, dass bis zu 250 gr das Material als elastisch zu betrachten ist.

Wir hoffen in dem nächsten Bericht über andere Filmarten Mitteilungen machen zu können.

IV. Physikalische Entwicklung.

Als Einleitung wurden einige Proben mit ^{itali} ultrastarker Entwicklung gemacht. Diese Proben sind noch in einem provisorischen Stadium, sodass hierüber erst in dem nächsten Bericht eine ausführlichere Betrachtung erscheinen wird. Weiter hat es sich herausgestellt, dass die Metolstriche ganzlich wohl entwickelbar sind, dies im Gegensatz zu der Literatur (S. 2. 26 Lande, Zeitschrift für wissenschaftliche Photographie 202. 203. 204, 1953). Dieser Widerspruch wird also noch näher untersucht werden.

V. Mikroschnitte.

Das Studium der Mikroschnitte wurde fortgesetzt. Aus

den Abb. 3 und 4 sind die Resultate ersichtlich. Die Schnitte wurden wie folgt bekommen: Ein kleines Paket von Filusstücken wurde zwischen Fliedermark geklebt und mit einem Rasiermesser aus der Hand geschnitten, nachdem die Fliedermark-Filmoberfläche erst mit einem anderen Rasiermesser eben geschnitten war. Die Schnitte wurden dünn genug geschätzt, wenn eine Schicht von Fliedermark von weniger als die Dicke einer Zellschicht abgeschnitten wurde. Die Schnitte wurden in Toluol betrachtet. Verschiedene Schichten konnten unterschieden werden nämlich: die Zelluloidschicht, eine Zwischenschicht, die Geatineschicht und eine Deckschicht. Diese Struktur wird wahrscheinlich das starke Spiralisieren der Schnitte verursachen. Das Zelluloid wurde deshalb in Aceton gelöst. Die Zwischenschicht und Deckschicht hatten noch wohl ein Spiralisieren zufolge, doch bedeutend bessere Ergebnisse konnten erreicht werden. Es musste ein bestimmter Prozess gefolgt werden ^{damit} die Schnitte sich genügend gerade ziehen können für das Machen eines Mikrophotos.

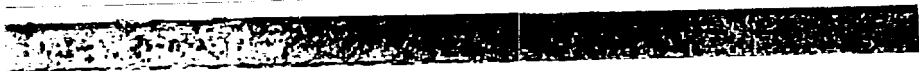
Am Schluss wurden Mikrophotos mit einer Vergrößerung von 500 x von einer Zweizahl von Gevaert-Positivmaterial abreißen gemacht. Es geht zu erforschen, wie die Kornverteilung in der Tiefe sich verhält. Aus den Photos geht hervor, dass die Dichte nur langsam abnimmt mit der Tiefe, um plötzlich auf einen geringen Betrag zu fallen. Aus den Photos ist auch wieder ersichtlich, dass sich die Schwärzung in der Tiefe mit steigender Kraft fortpflanzt um bei einer Kraft von ca. 200 gr. die Zelluloidschicht zu erreichen.



30 gr



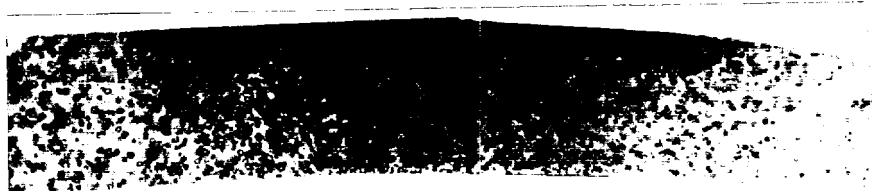
90 gr



250 gr



390 gr



300 gr (Relative schicht geschwollen)

Vergrößerung:

400 x

- fig. 3

Material:

geuere Positief



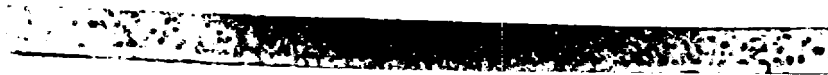
10 gr



30 gr



120 gr



230 gr



370 gr

Vergrößerung:
400 x

Fig. 4

Material:
Gevackert Polyester

Dies würde eine Erklärung dafür abgeben können, dass eine maximale Schwärzung der Schwärzungskarakteristik erreicht wird und für die Abweichung der Breitecharakteristik von einem Parabel dritten Grades.

Welcher der Grund ist, warum die Schwärzung sich in die Tiefe fortpflanzt kann noch nicht gesagt werden.

B. DER EINFLUSS EINES ELEKTRISCHEN FELDES AUF DIE ENTSTEHUNG UND ENTWICKLUNG DES LATENTEN BILDES.

I. EINLEITUNG.

Die Absicht ist in Delft neben dem Thema der Druck-Schwärzung dieses neue Thema anzufassen. Das Thema betrifft die Entstehung und Entwicklung des latenten Bildes. Die Forschung bezweckt eine Prüfung und nähere Untersuchung der Theorie von Gurney und Mott, worüber ausführlich in dem nächsten Bericht gehandelt werden wird. In kurzem umfasst diese Theorie das Folgende: Durch Licht das absorbiert wird, können Elektronen aus einem vollbesetzten Energieband in ein Leitungsband kommen. Die Elektronen werden dann beweglich und können an Stellen kommen, wo ein Kern vorhanden ist, wosie eine negative Ladung bilden. Diese negative Ladung kann Ag^+ Ionen anziehen, die neutralisiert werden und auf diese Weise das latente Bild erzeugen. Dieses latente Bild ist entwickelbar, jedoch nur dann leicht, falls es sich an der Aussenseite eines AgBr Kornes befindet. Der Entwickler hat nämlich nur in diesem Falle Zutritt dazu. Es ist klar, dass ein homogen elektrisches Feld auf

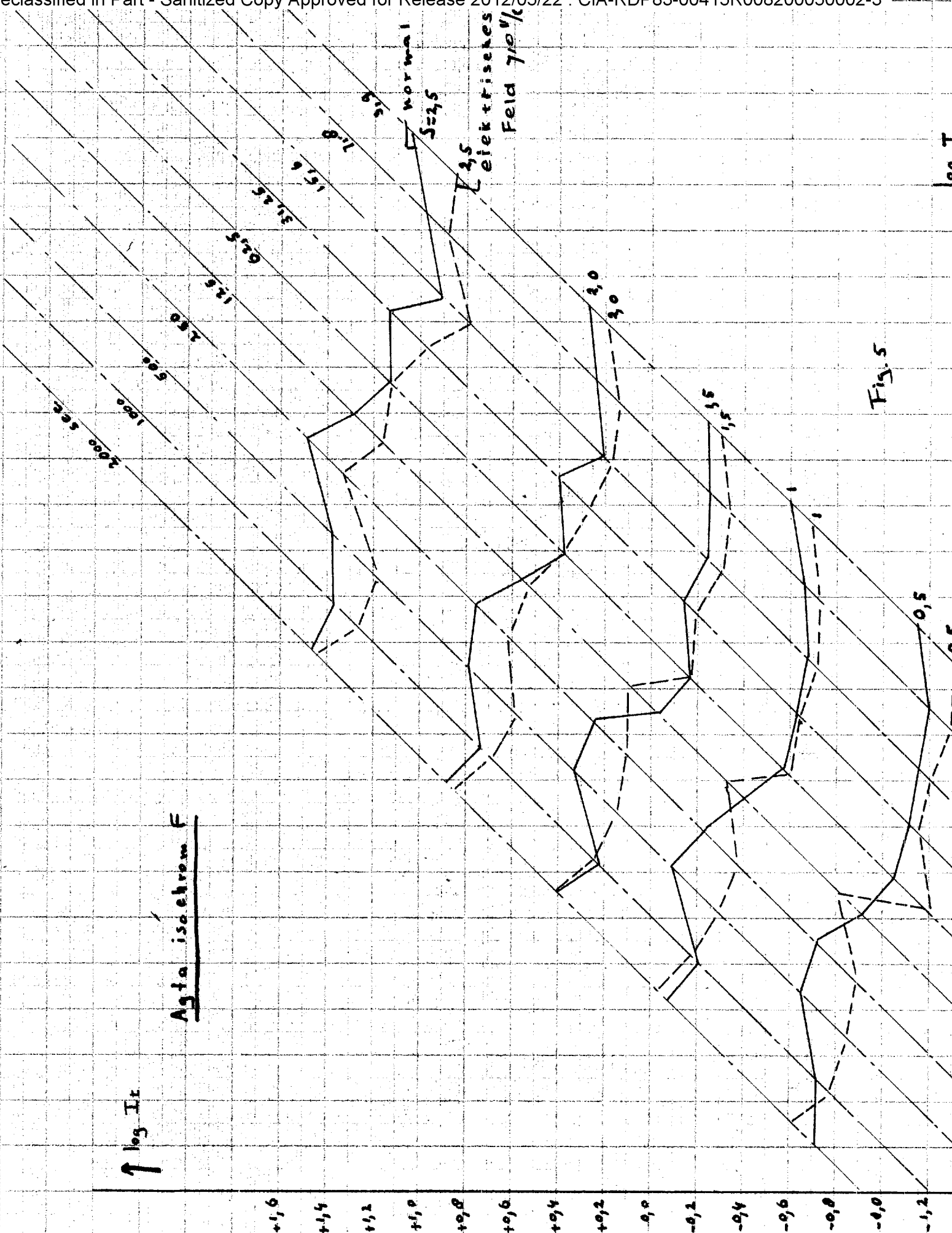


Fig. 5

log I

die Entstehung des latenten Bildes Einfluss ausüben muss. In erster Instanz können wir es wie folgt betrachten: wenn das Feld stark genug ist werden die primär freige-machten Elektronen sich der Rande eines AgBr Kernes nähern und dort wieder Anlass bieten zu der Formung eines Keimes. Wir können also erwarten, dass die Entwickelbarkeit steigt.

II. EXPERIMENTE.

Als provisorische Experimente sind Aufnahmen mit einem Goldbergkeil mit und ohne elektrisches Feld von zwei Film-sorten gemacht werden und wohl:

- a. Positiv-Material: Kodak Positiv.
- b. Negativ-Material: Agfa Isochrom F.

Die Belichtungszeit und Belichtungsstärke wurden inner-halb weiter Grenzen variiert und schliesslich wurde eine Graphik erhalten, welche den Zusammenhang zwischen der Be-lichtung und der Belichtungsstärke für eine konstante Schwär-zung angibt. Als Entwickler wurde der schon genannte Metol-Hydrochinon-Entwickler Verdünnung 1 : 5, Entwickelzeit 5 Min. verwendet.

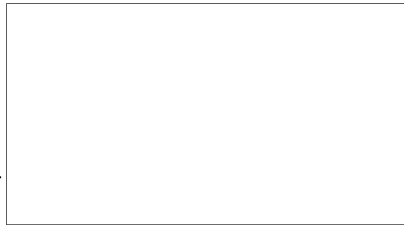
Bis jetzt ist es nur erst möglich bei grossen Belich-tungszeiten zu messen. Das Positiv-Material zeigt eine stär-kere Abweichung des Reziprozitätsgesetzes als das Negativ-Material (Abb.5). In derselben Graphik ist eine derartige Kurve angegeben, aber dann mit einem elektrischen Felde. Tatsächlich liegt die Kurve etwas niedriger als die ohne elektrisches Feld. Der Effekt ist für das Negativ-Material

grösser als für das Positiv-Material. Dies ist auch zu erwarten da die Körner des Negativ-Materials im allgemeinen grösser sind. Nähere Experimente werden noch folgen.

50X1-HUM

Page Denied

SECRET



SECRET

R

LIGEL

GEGENSTAND:
SUBJECT

DIE SCHRUMPFUNGEIGENSCHAFTEN PHOTOGRAPHISCHEN
MATERIALS.
THE SHRINKAGE CHARACTERISTICS OF PHOTOGRAPHIC
MATERIALS.

NAME:
NAME

J. KISTEMAKER, DD. RER. NAT.

PLATZ:
PLACE
(SOURCE):

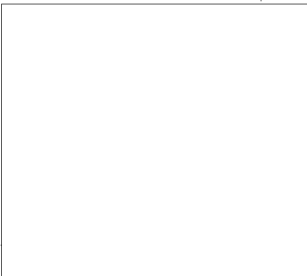
LEIDEN,
KAMERLINGH ONNES LABORATORIUM.

BERICHT NR.:
REPORT NO.

1.

ZEITRAUM:
PERIOD

1 MAI 1943 - 1 JULI 1943.
MAY 1, 1943 - JULY 1, 1943



SECRET

LIGEL

GEGENSTAND: **DIE SCHRUMPFUNGSEIGENSCHAFTEN FOTOGRAFISCHEN MATERIALS.**

NAME: **J. KISTEMAKER, DD. RER. NAT.**

PLATZ: **LEIDEN,
KAMERLINGH ONNES LABORATORIUM.**

BERICHT NR.: **I.**

ZEITRAUM: **1 MAI 1943 - 1 JULI 1943.**

INHALT: **I. EINLEITUNG.
II. LOKALE SCHRUMPFUNG. BESTIMMUNG DES ABSTANDES
DER MESSPUNKTE.
III. MESSUNG DES ABSOLUTEN WERTES DER LOKALEN
SCHRUMPFUNG.
IV. PLANE BEZUEGLICH VERBESSERUNG DER FOTOGRA-
FISCHEN PLATTE.
V. DER FILM.**

- 1 -

I. EINLEITUNG.

Diese Forschung bezweckt eine Fortsetzung der Arbeit, die schon seit einigen Jahren gemacht wurde und wovon ein umfangreicher Bericht veröffentlicht wurde. In diesem Bericht wird beschrieben, dass die Schrumpfungseigenschaften der Gelatine-Emulsion auf der photographischen Glasplatte, sowohl während des Entwicklungsprozesses, wie nachher während des Trockenprozesses nachher betrachtet worden sind. Es fiel dabei auf, dass ein Unterschied gemacht werden musste zwischen:

- 1) Schrumpfung entstanden durch Gleisspannungen,
- 2) Schrumpfung durch den Trockenprozess nach dem Entwicklungsprozess.

Jede dieser zwei muss wieder in lokale Schrumpfung und Schrumpfung proportional dem Abstände unterteilt werden. Die Arbeit wurde bisher ausschliesslich fuer Gevaert Reproduktionsplatten "Extra Process", ²⁵ N & D gemacht. Als allgemeine Absicht fuer die Untersuchung gilt jetzt:

1. Untersuchung der Eigenschaften anderer Handelsmarken und deren Verbesserung durch eine eben zu findende Standard-Behandlung und:

2. Untersuchung der Eigenschaften des Zellulose-Filmes mit Hinblick auf mehr ausgedehntere Verwendung dieses Filmes zu wissenschaftlichen Zwecken und Luftkartografie, wie auch besseres schrumpffreies Spielfilm-Material.

An erster Stelle wurde eine Kompletierung der Maengel aus obenerwähnten Bericht angestrebt.

Als solche mussten der Begriff lokale Schrumpfung, der ungenuegend ^{untersucht} nachgestrebt war und die Festsetzung der lokalen Schrumpfung

- 2 -

Endmassen Johansson's nicht richtig geschehen war.

II. LOKALE SCHRUMPUNG, BESTIMMUNG DES ABSTANDES DER MESSPUNKTE.

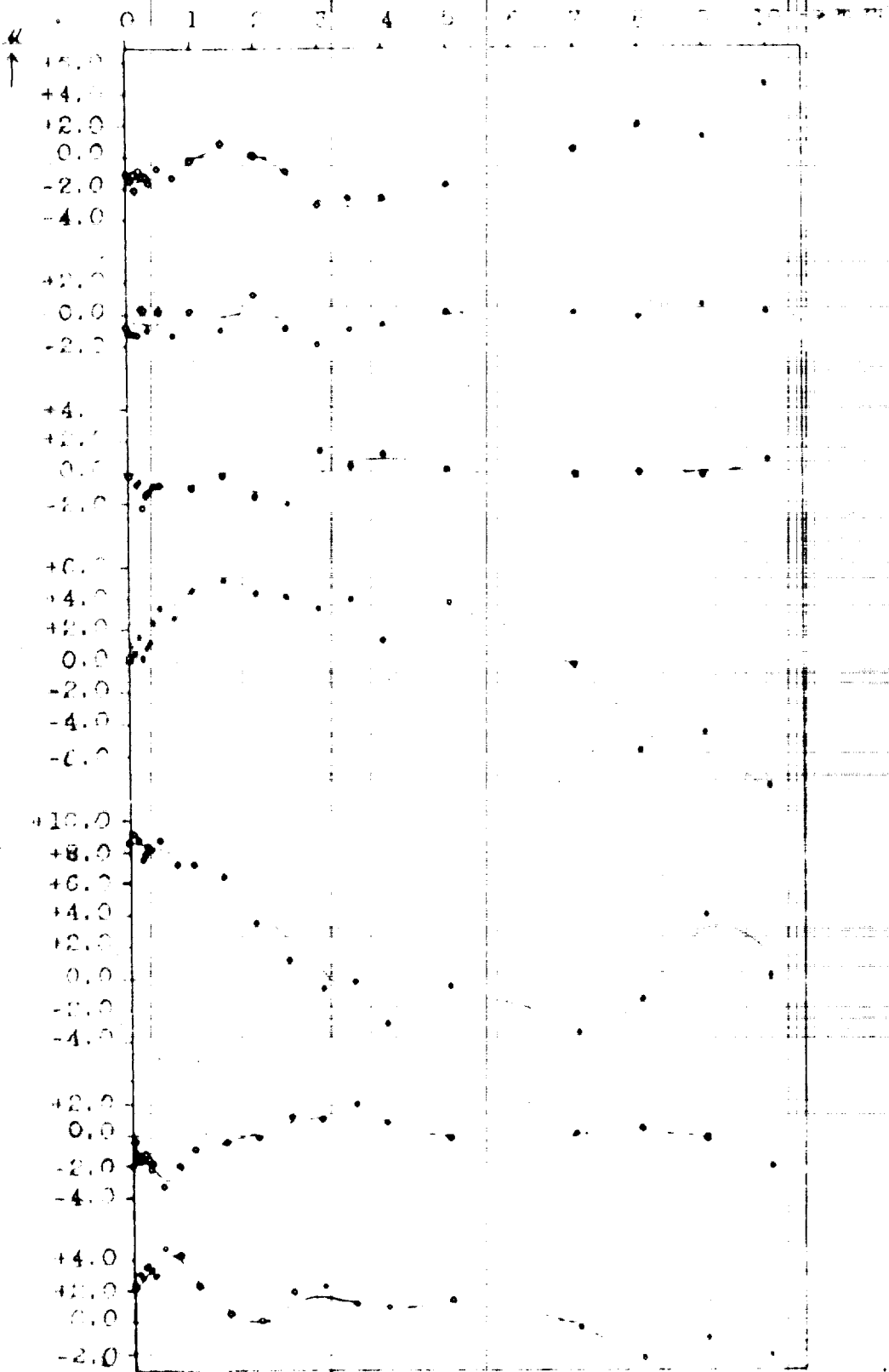
An erster Stelle ist es erwünscht eine richtige Definition der Begriffe lokale Schrumpfung und Schrumpfung proportional dem Abstände zu geben.

Definition A: Lokale Schrumpfung nennen wir jede örtliche Abweichung des durchschnittlichen Verhaltens der Umgebung dieser Stelle mit einem Radius von R cm.

Definition B: Schrumpfung dem Abstände proportional hat man wenn ein kleines Gebiet mit Radius R cm als Ganzes sich mit Beziehung auf den Schwerpunkt ^{Platte} der bewegt und dann noch auf die Weise, dass seine Amplitude eine Funktion seiner Stelle ist. Die Proportion braucht nicht linear zu sein.

Um dies zu verstehen muss man einsehen, dass auch innerhalb eines Gebietes R zusammenhängende Bewegungen der Emission stattfinden können, welche jedoch nicht immer auftreten.

Die Frage, wie gross R ist, war einer der ersten zu lösenden Punkte. Bisher wurde als Abstand der gemessenen Punkte zu einander 2 oder 3 mm angenommen. Die Messpunkte sprangen dann infolge der lokalen Schrumpfungen willkürlich hin und her ohne dass der geringste Zusammenhang bemerkbar war. Offenbar musste der Abstand kleiner genommen werden. Zu diesem Zweck wurde eine kleine 1 mm dicke planparallel geschliffene Glasplatte genommen, auf die man eine Skaleneinteilung mit der Verteilmaschine angefertigt hat mittels eines sehr scharfen Diamanten. Der Ritz ist $\pm 2 \mu$ breit. Abstand der Ritze ist 0,05 mm. Diese Skala wurde nun in Kontakt mit der fotografischen Platte mit einigen Gewichten gedrückt und nun hierauf ein Bündel paralleles Licht geworfen. Natürlicherweise musste dies alles im Dunkelraum geschehen. Das Ergebnis dieser Untersuchung



Original: microfiche print. Grid: stock film.
Axis: underline initial for restriction.

- 3 -

- die ziemlich viel Zeit kostete und wofür 7 Platten verwendet wurden- ist, dass offenbar in einem Gebiet mit $R = 1 \text{ mm}$ die lokalen Schrumpfungen (bis zu einem Betrage von 2μ), auftreten. Wenn wir also die aufeinander folgenden Messpunkte naeher als 2 mm zu einander nehmen, dann sehen wir, dass die lokalen Schwankungen, superponiert auf die Schrumpfung dem Abstände proportional, einen Zusammenhang zu zeigen anfangen. Ins besondere muessen diese Schwankungen unterdrueckt werden. Messpunkte, die auf Abstände von $0,05 \text{ mm}$ liegen, zeigen einen kontinuierlichen Verlauf.

III. MESSUNG DES ABSOLUTEN WERTES DER LOKALEN SCHRUMPFUNG.

Fuer das Messen des absoluten Wertes der lokalen Schwankungen infolge der Glesspannungen war auch das in II genannte Gitter gemeint. Die Resultate sind jedoch noch unbefriedigend. Vorher war dieses Gitter sorgfaeltig kalibriert bis auf $\frac{1}{2} \mu$ genau dadurch dass es sechs mal hintereinander auf einem Praezisionskomparator (kalibriert unter Verwendung einer Pariser Standardskala) nachgemessen war. Auch die Abdruecke wurden auf dem Praezisionskomparator gemessen. Jedoch sind die Abweichungen wiederholt 10μ oder noch mehr, auch fuer normalisierte Platten, was mir, mit Ruecksicht auf die Resultate der vorhergehenden Untersuchung, sehr unwahrscheinlich vorkommt. Vermutlich findet in den Ritzen des Gitters eine falsche Reflektion statt, wodurch die starken Verschiebungen des Bildes werden auftreten koennen. Jetzt wird versucht die Resultate zu verbessern durch Verwendung eines sehr schwach genetzten Gitters. Die Aetzung findet mit HF statt. Erforderlich fuer genugende Messgenauigkeit ist, dass die Streifen des Gitters 1 bis 2μ breit sind und besonders nicht zu tief eingefressen sind. Also fest wie matt. Die Technik ein derartiges Gitter herzustellen ist jedoch viel schwerer als mit einem Diamanten. Bis jetzt war es in diesem Laboratorium

- 4 -

nicht moeglich gesetzte Striche duenner als bis auf $\pm 50 \mu$ eigene Breite zu machen. Der Grund war, dass die schuetzende Deckschicht auf dem Glass nie genuegend duenn zu bekommen war. Die Bienenwachsschicht (die sich am geeignetsten zeigte wegen ihres geringen Zusammenhanges) wurde immer auf ein warmes Stueckchen Glas mit Wattebausch gebracht und dann tuechtig ausgestrichen. Die Schicht wurde aber dann so dick, dass sogar mit einer duennen zugespitzten Stahlnadel keine Ritze schmaeler als $\pm 50 \mu$ gezogen werden konnten. Eine erste Forderung war also eine sehr duenne Deckschicht herzustellen, wo der Fluorwasserstoff nicht hindurchgeht und die zweite Forderung war ein Stichel der $\pm 1 \mu$ dick ist, und genuegend hart ist. Verschiedene Versuche sind auf diesem Gebiet angestellt. Im Anfang wurde die kleine Platte in eine erhitzte Zentrifuge gestellt und dann mit Wachs begossen. Der Bienenwachs wurde dann weggeschleudert. Da hierbei keine gleichmaessige Oberflaechendeckung entstand, ging man dazu ueber Bienenwachs in Aeton zu loesen. Durch abfiltrieren und 24 Stunden stehen lassen ist es moeglich eine glaesend klare Loesung zu bekommen. Taucht man jetzt das gut gereinigte Glaeschen in die Loesung und nimmt schnell wieder heraus, waehrend durch Klopfen dafuer gesorgt wird, dass sich kein dicker Tropfen an der Unterseite bilden kann, dann ist der Aeton in einigen Sekunden verdunstet und bleibt eine prachtvolle, gleichmaessige, duenne (ca 1μ dick) Deckschicht uebrig. Diese schuetzt genuegend, falls jedoch nicht laenger als 20 Sekunden gesetzt wird.

Was die zweite Forderung betrifft, hat man von einer Schnel-
de-seite einer Rasierklinge einen Meissel gemacht, mit dem bei
glaecklicher Wahl Ritze von 1 bis 2μ gezogen werden koennen. Auf
Probestueckchen sind auf diese Weise schon Aetzstriche von 1 bis 2μ
Dicke gezogen. Die Breite des Striches ist jedoch noch abhaengig

- 5 -

Von der Jetztzeit, was jetzt noch ausprobiert wird. Der Zweck ist dieses Gitter als Standardgitter zu verwenden; wofür es eine Grösse von 4 bis 5 cm bekommt und wieder kalibriert werden muss. Hiermit soll die weitere Untersuchung die Schrumpfung betreffend geschehen, sowohl der fotografische Glasplatte wie auch des Zellulose-Filmes.

IV. PLANE ZUR VERBESSERUNG DER FOTOGRAFISCHEN PLATTE.

Besueglich der Plane fuer eine weitere Untersuchung der Gelatine-Emulsion kann ich hier wiedergeben, was mir selbst nach vielen Besprechungen und Beratung mit der Ned. Fotogr. Industrie in Soestdunen und mit Spezialisten auf diesem Gebiet im Laboratorium der N.V. Philips und noch vielen Nachforschungen in der Literatur u. a. in der Zeitschrift fuer Wissenschaftliche Photographie, welche Zeitschrift ganz durchgenommen wurde, am besten erscheint.

Die besseren Resultate, die man durch den Normalisationsprozess bekommt, haben 2 Gruende:

- 1) Tatsaechlich treten bei dem Trockenprozess nach der Fabrikation Spannungen auf, die zu Verzerrung des latenten Bildes Anlass geben. Man kann diesen Verzerrungen vorbeugen, durch den Aufweichprozess bei der Normalisation, wodurch die Spannungen in der unbelichteten Platte verschwinden.
- 2) Die 94%-ige Alkohol hat eine haertende Wirkung sowohl vor der Entwicklung wie danach.

Die Resultate zeigen jedoch noch immer Schrumpfungen von einigen μ . Um schliesslich sicher zu sein dass diese nicht mehr auftreten, wird versucht werden nach dem ersten Aufweichbad in klarem Wasser, sofort ein Formalinbad zu geben (die Konzentration muss ausgewaehlt werden), wonach vielleicht noch ein Alkoholbad gegeben werden muss. Im allgemeinen also staerkere Haertung vor dem Belichten.

- 6 -

Sowohl fuer die Wissenschaft wie fuer Luftkartographie ist die Moeglichkeit bis auf 1μ messen zu koennen und zwar ohne dass weiter viel Sorgfalt verwendet werden muss, eine Frage von aller-groesstem Interesse. Darum wird versucht einen Prozess zu finden, der ohne weiteres nach Ausfuehrung Standardplatten liefert, dem man innerhalb eines bestimmten Temperaturgebietes trauen kann. Es soll versucht werden dieses Temperaturgebiet so gross wie moeglich zu gestalten, da man dieses besonders in den Tropen braucht. Weiter muessen verschiedene Arten von Platten untersucht werden.

V. DER FILM.

Besueglich der Verbesserung des Filmes kann noch nicht viel gesagt werden. Es wird hervorgehoben, dass in Frankreich vom Luftschiffahrtministerium eine prachtvolle Untersuchung fuer Luftkartographie gemacht werden ist, wodurch es moeglich ist, Zellulose-Triacetat (vollkommen mit Essigsaeure gesaettigt) herzustellen, das bis auf 10μ pro 20 cm frei von Schrumpfung ist. Die Frage, die jedoch von grossem Interesse ist, ist ob es moeglich ist den Film nach der Begiessung mit Emulsion, wie er im Handel zu bekommen ist, Schrumpffrei zu machen. Vielleicht kann eine wiederholte Hydratation und eine Behandlung mit Essigsaeure hier Aushilfe geben.

Diese Angelegenheit wird noch theoretisch studiert, ist aber ziemlich schwer.

50X1-HUM

Page Denied

~~SECRET~~

A LIGEL

GEGENSTAND: DIE SCHRUMPFUNGSEIGENSCHAFTEN PHOTOGRAFISCHEN
SUBJECT: MATERIALS.
THE SHRINKAGE CHARACTERISTICS OF PHOTOGRAPHIC
MATERIALS.

NAME: DRS. J. KISTEMAKER.
NAME:

PLATZ: LEIDEN.
PLACE: KAMERLINGH ONNES LABORATORIUM DER UNIVERSITAET
(SOURCE) LEIDEN.

BERICHT NR.: 2.
REPORT NO.

ZEITRAUM: 1 JULI 1943 - 1 OKTOBER 1943.
PERIOD

50X1-HUM

L I G E L

GEGENSTAND: **DIE SCHRUMPFEIGENSCHAFTEN PHOTOGRAPHISCHEN MA-
TERIALS.**

NAME: **Drs. J. KISTEMAKER..**

PLATZ: **LEIDEN,
KAMERLINGH ONNES LABORATORIUM DER UNIVERSITAET
LEIDEN.**

BERICHT NR.: **2.**

ZEITRAUM: **1 JULI 1943 - 1 OKTOBER 1943.**

INHALT: **DIE HERSTELLUNG DER HILFAPPARATE, DIE FUER DAS
MESSEN DER SCHRUMPFUNG DER GELATINE AUF DER PHO-
TOGRAPHISCHEN PLATTE BENOTIGT SIND.**

- 1 -

DIE HERSTELLUNG DER HILFAPPARATE, DIE FÜR DAS MESSEN DER SCHRUMP-
FUNG DER GELATINE AUF DER PHOTOGRAPHISCHEN PLATTE BENÖTIGT SIND.

Vorzugsweise habe ich mich auf die Untersuchung der Glasplatte konzentriert, wobei untersucht werden muss:

1. Der Einfluss der verschiedenen Behandlungsarten.
2. Das Verhalten der verschiedenen Plattensorten und -Marken.
(vgl. uebrigens Bericht Nr. 1)

An erster Stelle wurde die Herstellung eines geätzten Gitters fortgesetzt mit Hilfe von Fluorwasserstoff und Bienenwachs gelöst in Aceton. Es zeigte sich, dass die Ätzzeit die Breite der geätzten Striche stark beeinflusste. Es scheint nämlich, als ob HF bei etwas zu langer Exposition des Glases nicht nur das vom Wachs unbedeckte Glas angreift, sondern auch das Glas in unmittelbarer Nahe, dadurch dass es unter die Decke des Bienenwachses durchkriecht. Bei dem Versuch zeigte es sich, dass eine Ätzzeit von 4 à 5 Sekunden die besten Resultate ergab. So bekam man ein Gitter von 4 zu 5 cm mit Strichen einer Breite von 2 à 3 Mikron. Es war leider nicht möglich die falschen Reflexe zu beseitigen, sodass die Qualität eine Enttäuschung war. Dies konnte man sehen unter dem Mikroskop durch eine kleine Verschiebung der Augen fest zu stellen. Es schien dann, als ob die Striche sich etwas verschoben. Das Resultat war, dass auch die Abdrücke auf der photographischen Platte nicht genuegten. Sie waren viel zu verschwommen und ziemlich breit (trotz der Breite 2 bis 3 μ der Ätzstriche!). Deshalb habe ich diese Arbeit weise nicht weiter verfolgt.

Danach wurde auf prinzipiell ganz anderes Verfahren uebergegan- gen, naemlich die Herstellung eines Gitters bestehend aus einer dun- klen Deckschicht auf Glas, in der durchscheinende Striche gezogen wurden. Im Anfang wurde versucht auf einer stark geschwaertsten

- 2 -

gewoöhnlichen photographischen Platte ein Gitter mit einem Meissel herzustellen. Dies misslang, da das Gelatin zu nach und zusammenhangend war. Dadurch wurden die Kreuze faserig. Dann habe ich Versuche angestellt mit verschiedenen Farbstoffen in Aufloesungsmitteln und diese nachher trocknen lassen. U. a. wurde versucht Methylviolet in Wasser, Aceton, Alkohol usw. gelöst. Es zeigte sich, dass die Trockenseit bei Wasser zu lang war, wodurch Kreuze entstanden. Methylviolet in Alkohol bewährte sich am besten. Eine kleine 1 mm dicke planparallele Platte wurde waagrecht ueber einem Ofen gestellt. Darauf wurde eine Schicht Methylviolet in Alkohol gelöst aufgebracht waehrend der Ofen schon leise brannte. In ca. 5 minuten war das Glaeschen trocken und der violette Farbstoff ziemlich gleichmaessig niedergeschlagen. Mit einem kleinen Meissel in der Form einer kleinen polierten Resierklinge und in einer Verteilungsmaschine aufgestellt wurde nun eine Skalerverteilung hergestellt. Das nach verschiedenen Proben entstandene Gitter hatte eine Abmessung von 4 zu 5 cm. Auf dem Gitter befinden sich 7 waagrechte Striche (Nr. 1 bis 7) und ca. 35 senkrechte Striche in einem Abstände von 1 mm, und 10 Linien in einem Abstände von $\frac{1}{2}$ mm. Die auf diese Weise entstandenen ca. 400 Schnittpunkte wurden kalibriert (vorlaeufig nur auf dem X-Koordinat). Die Kalibrierung fand 3 x statt und fuer die Temperaturschwankungen wurde fortwaehrend korrigiert. (λ Glas wurde roh genommen als 10^{-6}). Die Umrechnungs-Temperatur ist 17° C. Die Genauigkeit der Kalibrierung ist wenigstens $\frac{1}{2}$ Mikron. Zur Illustration werden hierbei einige Linien des Gitters angegeben, die besonders geeignet sind, da sie sehr duenn sind (ca 1μ) (siehe Tabelle).

Es wird bezweckt hiervon Abdruecke zu machen und diese dann

- 3 -

auszumessen auf Schrumpfung fuer ^{die} verschiedenen Verfahren. Probeabdrücke sind schon gemacht aus deren sich ergibt, dass die Gitterlinien sich so richtig abbilden, dass eine Messgenauigkeit von 1μ wahrscheinlich ist. Es stellte sich dabei heraus, dass die Belichtungsintensität sehr genau zu beobachten ist, damit die Striche wahrnehmbar werden. Der Hintergrund wird wegen der Dünne der Deck-schicht schon bald zu viel geschwaert. Bei einer Röhre von 40 Watt auf $1 \frac{1}{2}$ m Abstand und einer Belichtungsdauer zwischen 0,10 und 0,18 Sek. waren die Resultate am besten. Gelbes Licht gibt bessere Resultate als das Licht eines Kohlenbogens.

Schliesslich sei bemerkt, dass fuer die Herstellung der Aufnahmen speziell eine im Leidener Laboratorium hergestellte Abdruckkamera verwendet wird. Dies ist ein lichtdichter Kasten von 40 zu 25 zu 30 cm, an der Vorderseite ist ein Hohlverschluss angebracht (Öffnung 6 cm) und an der Hinterseite ein lichtdichtes einziehbares Schliessstueck. Dies kann herausgenommen werden, wenn die photographische Platte im Kontakt-druck mit dem Gitter auf den Boden des Schliessstueckes gestellt wird. Das Gitter wird jetzt durch 4 Stellschrauben und 2 kleine Druckbalken angedrückt, wodurch der Raum zwischen Gitter und Platte hoechstens 0,01 mm ist. Dies ist notwendig um den Einfluss der Beugung des Lichtes und der falschen abbildung so gering wie nur moeglich zu machen.

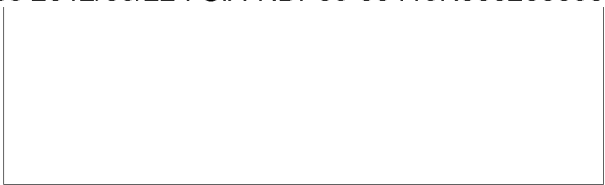
Mit der eigentlichen Schrumpfungsuntersuchung wird jetzt ein Anfang gemacht.

	1	2	3	4	
g-1	0.49954	0.49956	0.49954	0.49950	am
	0.49953	0.49955	0.49953	0.49950	
l-p	0.40185	0.40180	0.40177	0.40175	
g-p	0.90139	0.90136	0.90131	0.90125	
	0.40184	0.40179	0.40176	0.40175	
	0.90137	0.90134	0.90129	0.90125	
p-U	0.49954	0.49956	0.49952	0.49959	
g-U	1.40093	1.40092	1.40088	1.40094	
	0.49953	0.49955	0.49951	0.49959	
	1.40090	1.40089	1.40079	1.40094	
U-7	0.79938	0.79933	0.79943	0.79930	
g-7	2.20021	2.20025	2.20026	2.20024	
	0.79936	0.79931	0.79941	0.79930	
	2.20027	2.20020	2.20020	2.20024	
9-8	0.82468	0.82460	0.82463	0.82479	
g-8	3.02499	3.02485	3.02489	3.02403	
	0.82466	0.82458	0.82461	0.82479	
	3.02493	3.02478	3.02481	3.02503	
t°C	19.0°C	19.6°C	19.7°C	17.0°C	
	17°C	17°C	17°C	17°C	

	5	6	7	
<i>g-l</i>	0.49955	0.49953	0.49957	em
	0.49955	0.49953	0.49957	
<i>l-p</i>	0.40178	0.40178	0.40183	
<i>z-p</i>	0.90133	0.90131	0.90140	
	0.40178	0.40178	0.40183	
	0.90133	0.90131	0.90139	
<i>p-u</i>	0.49964	0.49964	0.49960	
<i>g-u</i>	1.40097	1.40095	1.40099	
	0.49964	0.49964	0.49960	
	1.40097	1.40095	1.40099	
<i>u-y</i>	0.79931	0.79924	0.79925	
<i>z-y</i>	2.20028	2.20019	2.20023	
	0.79931	0.79924	0.79925	
	2.20028	2.20019	2.20022	
<i>y-z</i>	0.82472	0.82481	0.82489	
<i>z-z</i>	3.02500	3.02490	3.02512	
	0.82472	0.82481	0.82489	
	3.02500	3.02490	3.02510	
<i>t⁰⁰</i>	17.2 ⁰⁰	17.2 ⁰⁰	17.6 ⁰⁰	
	17 ⁰⁰	17 ⁰⁰	17 ⁰⁰	

50X1-HUM

Page Denied



50X1-HUM

P LIGEL

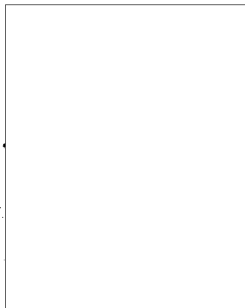
GEGENSTAND: Die Zueigenschaften photographischen
SUBJECT: Materials.
THE STRESS CHARACTERISTICS OF PHOTOGRAPHIC
MATERIALS.

NAME: Drs. J. Kistemaker
NAME

PLATZ: Leiden,
PLACE Kamerlingh Onnes Laboratorium
(SOURCE)

BERICHT NR.: Schlussbericht.
REPORT FINAL REPORT

ZEITRAUM: 1 Oktober 1943 - 1 Februar 1944.
PERIOD. OCT. 1, 1943 - FEB. 1, 1944



50X1-HUM

L I G E L

GEGENSTAND: **DIE ZUGENEGENSCHAFTEN PHOTOGRAPHISCHES MATERIALS.**

NAME: **DRS. J. KISTENKER.**

PLATZ: **LEIDEN,
K. DEVLINGH ONNES LABORATORIUM.**

BERICHT NR.: **SCHLUSSENLICHE.**

ZEITRAUM: **1 OKTOBER 1943 - 1 FEBRUAR 1944.**

INHALT: **RESULTATE DER ZUGVERSUCHE.**

- 1 -

Resultate der Zugversuche.

Zur Anfertigen der Abdrucke verwendete man hauptsächlich das Methylviolett-Gitter aus Bericht 2, als Entwickler nahm man immer Hydrochinon. Es wurde Geverts Extra Process Wiedergabeplatte von 25 K & D verwendet.

1. Normal behandelte Platten: Also ohne weiteres aus der Schachtel genommen und belichtet, danach entwickelt, fixiert und gespuehlt, alles bei 20.18°C , dann aus sich selbst in der Luft getrocknet. Genommen wurden die Linien 1, 2, 3, und 4, deren Abstände gl, sp, gu und g? sind.

Drei Aufnahmen wurden gemacht. Durchschnittliches Resultat:

	Laenge	Δ Laenge	Max. Streuung auf einer Platte	Max. Streuung der 3 Platten
gl	$\pm 0,80000$ cm	+0,5 micron	6 ν	6 ν
sp	$\pm 0,90000$ "	+1,0 "	5	5
gu	$\pm 1,40000$ "	+1,0 "	4	9
g?	$\pm 2,20000$ "	+1,0 "	9	13

2. Normalisierte Platten: Die Platte erst $\frac{1}{2}$ Stunde in Wasser von 22°C , aufgeweicht, dann in 95 %-igen Ethylalkohol getrocknet, darauf der normalen Entwickelprozess bei 18°C und nach dem Spuehlen wieder in Alkohol getrocknet. Genommen wurden die Linien 1, 2, 3 und 4, deren Abstände gl, sp, gu und g? sind. Drei Aufnahmen wurden gemacht. Durchschnittliches Resultat:

	Laenge	Δ Laenge	Max. Streuung auf einer Platte	Max. Streuung der 3 Platten
gl	$\pm 0,80000$ cm	-0,5	6 ν	6 ν
sp	$\pm 0,90000$ "	-0,5	4	5
gu	$\pm 1,40000$ "	-2,5	7	5
g?	$\pm 2,20000$ "	+1,0	4	10

3. Nachtragliches Formalinbad: Normalisierte Platten wurden nach dem Entwickeln und spuehlen auf 4 min. in ein 10 % Formalinbad gelegt. Danach mit Alkohol getrocknet. Es wurde die Linien 1, 2, 3, und 4 genommen

- 2 -

deren Abstände g_l, g_u, g_p und g_{γ} sind. Drei Aufnahmen wurden gemacht.

Durchschnittliches Resultat:

	Laenge	Δ Laenge	Max. Streuung auf einer Platte	Max. Streuung der 3 Platten
g_l	$\pm 0,50000$ cm	0,0	5 μ	5 μ
g_p	$\pm 0,90000$ "	-0,5	5	5
g_u	$\pm 1,40000$ "	0,0	5	5
g_{γ}	$\pm 2,200000$ "	-2,0	4	5

Die unter 1., 2. und 3. gemachten Aufnahmen waren mehr als 2 cm von den Rändern der Platte entfernt. Die nachfolgenden hatten mindestens einen Punkt innerhalb 5 mm von Rande.

4. Vorheriges Formalinbad: Normalisierte Platten, die erst normal einige Zeit gelagert waren. Deshalb wurden diese erst wieder aufgeweicht um das Formalin besseren Zutritt zur Inneren der Gelatine zu gestatten. Diese Untersuchung wurde in 2 Teilen gemacht:

α . Normalisierte Platten, 30 Min. aufgeweicht, dann 1 Min. in 10 % ige Formaline gebadet und in Alkohol getrocknet. Alles bei 18°C. Dies wurde mit anderen Gitterabständen als die oben erwähnten gemacht. Durchschnittliche Resultate ueber 3 Platten:

	Laenge	Laenge	Max. Streuung auf einer Platte	Max. Streuung der 3 Platten
xz	$\pm 2,27000$ cm	+ 2,0 μ	5 μ	7 μ
xy	$\pm 2,17000$ cm	+ 1,5	5	5
yz	$\pm 0,60000$ cm	+ 0,5	2	4,5

β . Normalisierte Platten, 10 Min. aufgeweicht, dann 1 Min. in ein 10 % - ige Formalinbad und in Alkohol getrocknet, darauf normal entwickelt und wieder in Alkohol getrocknet. Alles bei 18°C. Dies wurde wieder mit den auf dem Gitter vorkommenden Abständen b_{γ}, b_u, b_p und b_g von Linie 5 gemacht. Durchschnittliche Resultate ueber ^{die} 3 Platten:

- 3 -

	Laenge	Δ Laenge	Max. Streuung der 3 Platten
bj	$\pm 2,70000$ cm	0,0 μ	5 μ
bu	$\pm 1,90000$ "	-1,5	6
bp	$\pm 1,40000$ "	-1,5	3,5
bg	$\pm 0,80000$ "	+1,0	2,5

6. Vorheriges und nachträgliches Formalinbad: Normalisierte Platten, die irrschon in das 10 %-ige Formalin (1 Min.) getaucht werden, normal entwickelt, und nach dem Spuehlen wieder 2 Min. in 10 % Formalin (alles bei 18 ° C). Mit denselben Gitterabstaenden als 4 α . Die Entwickelbarkeit der Platte laeuft stark zurueck, sodass nur 2 der drei Platten ausmessbar waren. Durchschnittliche Resultate ueber 2 Platten:

	Laenge	Δ Laenge	Max. Streuung der 3 Platten
xz	$+ 2,70000$ cm	-1,0 μ	1,0 μ
xy	$\pm 2,17000$ "	-0,0	1,5
yz	$\pm 0,60000$ "	-0,5	2,0

6. Vorheriges und nachtraegliches Formalinbad: Normalisierte Platten, die erst wieder 20 Min. in 5 %-iges Formalin und in Alkohol getrocknet, dann entwickelt und nach dem Spuehlen wieder 4 Min. in 5 % iges Formalin und Alkohol. Alles bei $\approx 18^{\circ}$ C. Das Gitter von 4/3 ist verwendet worden, also fuer Linie drei. Durchschnittliche Resultate ueber 3 Platten:

	Laenge	Δ Laenge	Max. Streuung fuer zwei Platten
bj	$\pm 2,70000$ cm	0,0 μ	1,5 μ
bu	$\pm 1,90000$ "	-1,0	3,0
bp	$\pm 1,40000$ "	-3,5	5,5
bg	$\pm 0,80000$ "	-2,5	3,5

7. Hohe Temperaturen: Hierbei wurden Platten frisch aus der Schachtel geholt, waehrend 30 Min. bei 22 $^{\circ}$ C aufgeweicht, danach auf 1 Min. in 5 %-iges Formalin ($\pm 18^{\circ}$ C) gelegt, dann kurz gespuehlt und dann in Alko-

- 4 -

hol. Danach belichten, wozu entwickelt, fixiert und in Badern von $\pm 25^{\circ}\text{C}$ gespucht wurde. Dann noch 4 Min. in 5 %-iges Formalin und mit Alkohol trocknen. Die Linien 3 und 4 des Gitters wurden verwendet. Durchschnittliche Resultate ueber 4 Platten.

	Laenge	Δ Laenge	Max. Streuung fuer vier Platten
b γ	$\pm 2,70000$ cm	+0,5 μ	3,0 μ
bu	$\pm 1,90000$ "	0,0	3,5
bp	$\pm 1,40000$ "	0,0	2,5
bg	$\pm 0,60000$ "	-0,5	3,5

Folgerungen: I. Der Normalisationsprozess sub 2 zeigt mit Bezug auf die normal behandelten Platten eine kleine Verbesserung in der Streuung der gesonderten Beobachtungspunkte.

II. Die haertende Wirkung des nachtraeglichen Formalinbades sub 3 zeigt eine Verbesserung in der Streuung der gesonderten Beobachtungspunkte, sowohl im Vergleich mit 1 und 2.

III. Aus dem weiteren Verlauf der maximalen Streuung fuer die Untersuchungen sub 4, 5 und 6 ist ersichtlich, dass offenbar die Formalinbehandlung nicht im Stande ist, die Streuung von ab und zu 8 Mikron ganz zu beseitigen. Vielleicht ist die Tatsache, dass einige der Punkte sich auf einige mm von dem Rande der Platte befinden, deren Schuld. Im Allgemeinen kann man sagen, dass die systematische Ausfliessung oder Zug selten groesser als 2 Mikron ist. Uebrigens muss als moegliche Fehlerquelle genannt werden, dass wegen der Feinheit des Hintergrundes des Gitters, der Kontrast zwischen Linien und Hintergrund ab und zu zu wuenschen uebrig liess. Dies ist evtl. ein Grund scheinbarer lokalen Abweichungen. Diese Vermutung findet sub IV, wo die Aufnahmen im Allgemeinen sehr scharf waren, eine Bestaetigung.

IV. Durch die hohe Temperatur des Entwickelbades wurden die 4 Aufnahmen sub 7 sehr gut. Dadurch war die Unschaeerfe viel unwichtiger. Es

- 5 -

ist auffallend, dass bei dieser sehr hohen Badtemperatur $\pm 28^{\circ}\text{C}$ der systematische Fehler fast ganz zu vernachlässigen war und auch die Streuung in den Punkten viel kleiner als bei den uebrigen Methoden war.

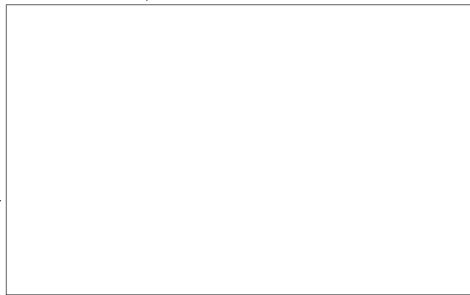
Im Allgemeinen kann noch darauf hingewiesen werden, dass die Formalinbehandlung vor dem Belichten macht, dass die Entwickelbarkeit der Platte vermindert. So stark sogar, dass eine Serie von Platten, die vorher mit 30 %igen Formalin behandelt wurde eine solche schwache Abbildung zeigte, dass sie nicht messbar war. Die 5 %-ige Loesung gefaellt am besten. Weiter ist es auffallend, dass das Baden einer troeckenen Platte in Formalin viel unguenstiger fuer das Entwickeln als das einer aufgeweichten Platte ist. Im ersten Falle wird vermutlich durch den Haertungsprozess die obere Schicht so andurchdringlich fuer den Entwickler gemacht, dass schon Schleierbildung in dieser oberen Schicht auftritt, also der Entwickler noch nicht die untere Schicht erreicht hat. Dagegen kann es auch der Fall sein, dass wenn eine aufgeweichte Platte gehaertet wird, das auf gequollene Gelatinemehr in dem offenen Zustand stehen bleibt, sodass der Entwickler besseren Zutritt hat.

Schlussfolgerung: Fuer Praesisionsarbeit muss man eine feinkornige Platte verwenden, die man ± 30 Min. in Wasser von $\pm 22^{\circ}\text{C}$ aufweicht, und danach im gequollenen Zustand waehrend einer Minute in einen 5 %-igen Formalinloesung badet. Danach abspuelen, sodass das Formalin abgewaschen ist, und ± 7 Min. in 95 %-ige Alkohol troecknen. Dann ist die Platte fertig zum belichten. Das Entwickeln muss bei $\pm 19^{\circ}\text{C}$ bis 20°C geschehen. Die Temperatur ist etwas hoeher als normal um den Verlust an Empfindlichkeit nett zu machen und wie aus Probe sub 7 ersichtlich, ist dies erlaubt. Dann fixieren und Spuelen bei $\pm 17^{\circ}\text{C}$ und danach 4 Min. in 5 %-igen Formalin baden. Dann in Alkohol troecknen.

50X1-HUM

Page Denied

SECRET



M LIGEL

GEGENSTAND:
SUBJECT: Halbleitung
SEMI-CONDUCTORS

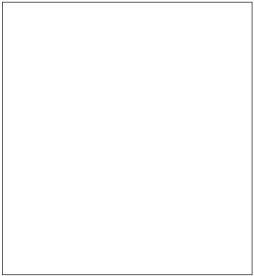
NAME:
NAME ~~J. Flapper,~~
Leitung Drs. J. Kistemaker

PLATZ:
PLACE
(SOURCE) Leiden,
Kamerlingh Onnes Laboratorium

BERICHT NR.:
REPORT NO. 1

ZEITRAUM:
PERIOD 16 . November 1943 - 1 Januar 1944

50X1-HUM



L I G E L

GEGENSTAND: **HALBLEITUNG.**

NAME: **J. FLAPPER.**
LEITUNG DRG./J. KISTEMAKER.

PLATZ: **LEIDEN,**
KAMERLINGH ONNES LABORATORIUM.

BERICHT NR.: **No.1.**

ZEITRAUM: **16 NOVEMBER 1943 - 1 Januar 1944.**

INHALT: **A. EINFUEHRUNG IN DIE HALBLEITUNG.**
I. Theorie.
II. Experiment.
B. ARBEITSHEMA FUER DIE FORSCHUNG NACH DER HALB-
LEITUNG.
C. OFEN FUER DIE HERSTELLUNG DER EINKRISTALLE.

- 1 -

A. EINFUEHRUNG IN DIE HALBLEITUNG.I. Theorie

Auf diesem Gebiet haben besonders Wilson, Gudden und Bronstein gearbeitet.

Zur Zeit wird ein Halbleiter theoretisch wie folgt betrachtet: Die Leitungselektronen fuellen (wie bei einem Isolator) bei dem absoluten Nullpunkt den hoechsten besetzten Energieband gerade ganz sodass es laut des Pauliverbetes fuer ein elektrisches Feld unmoeglich ist, diesen Elektronen Energie zuzufuehren. Ein elektrisches Feld kann naemlich nur anhaltend Energie liefern, waehrend hier ein Sprung in der Energie gemacht werden musste.

Es gibt jedoch bei Halbleitern fuenf Ursachen, die jede gesondert unter bestimmten Umstaenden die Leitung ermoeeglichen. Hiervon sind zwei von der Temperatur unabhaengig.

1) Im Gegensatz zu einem Isolator kann die, durch Reflexion der De Broglie-Wellen verursachte, verbotene Zone, am hoechsten besetzten Band des Energiespektrums grenzend, ziemlich schmal sein, sodass die Raumtemperatur durch thermische Agitation schon eine Anzahl von Elektronen in ein hoeher liegendes Band uebergebracht sind. Diese koennen dann durch das elektrische Feld beschleunigt werden und dadurch einen elektrischen Strom formen. Da die Anzahl dieser Elektronen exponentiell von der Temperatur abhaengt hat die Leitfaehigkeit als Funktion der Temperatur auch einen exponentiellen Charakter.

2) Nicht nur durch die kleine Breite dieser verbotenen Zone, kann Halbleitung auch durch kleine Mengen von Unreinheiten oder einen Ueberfluss eines der zusammensetzenden Elemente des Stoffes. Auf diese Weise entstehen 4 Moeglichkeiten:

α) Das Energieniveau in dem diese Elektronen aufgenommen werden faellt innerhalb eines voellig besetzten Energiebandes des

- 2 -

Halbleiters. Hieran werden dann Elektronen entzogen, sodass ein Feld jetzt die uebriggebliebenen Elektronen beschleunigen kann, bis sie sukzessive das hoechste Energieniveau des Bandes besetzen. Diese Grenze wird in der Praxis nicht erreicht. Der Leitungsstrom ist fuer einen bestimmten Verunreinigungegrad und fuer eine bestimmte Spannung konstant.

β) Dieses Energieniveau liegt innerhalb einer verbotenen Zone, in der Naehة eines voellig besetzten Bandes. Durch thermische agitation koennen Elektronen aus einem voellig besetzten Band nach diesen Atomen gebracht werden, da jetzt die Energiedifferenz die ueberbrueckt werden muss, viel kleiner ist. Auch hier in einem voellig besetzten Band kommen also wieder Stellen frei, die eine Leitung veranlassen koennen. Wie im Falle 1 hat man hier exponentielle Abhaengigkeit der Temperatur.

b) Die Atomen des verunreinigenden Stoffes sind elektropositiv, d.h. sie geben leicht Elektronen ab. Man hat wieder 2 Faelle:

γ) Das Energieniveau, in dem diese Elektronen sich urspruenglich befinden, liegt innerhalb eines leeren Bandes des Halbleiters. Die Elektronen gehen dann nach diesem Band ueber und koennen dann durch das Feld beschleunigt werden. Wie Fall α) unabhhaengig von der Temperatur.

δ) Das Energieniveau liegt innerhalb einer verbotenen Zone in der Naehة eines leeren Bandes. Denn wird dasselbe erreicht, aber durch thermische agitation. Also wieder exponentielle Abhaengigkeit der Temperatur. Bei der Abhaengigkeit der Leitfaehigkeit von der Temperatur wie oben erwachnt, kommt in allen Faellen (5) noch ein Faktor dazu; naemlich der Widerstand, der die Elektronen, welche an der Leitung teilnehmen, auf ihrem Weg durch das Gitter des Halbleiters erfahren, nimmt mit steigender Temperatur linear zu. Dieser Faktor kann man jedoch in den 3 Faellen, wobei die Anzahl von Elektronen, die teilnimmt,

- 3 -

exponentiell zunimmt, vernachlässigen.

Literatur:

- Bronstein:** Zts. d. Sowjet-Union 2-1932-28.
- A.P. Jeffé:** Conductibilité électr. des isolants solides et des semi-conducteurs. 1934.
- B. Gudden:** Elektrische Leitfähigkeit elektronischer Halbleiter. Erg. d. exot. Naturwissenschaften 13-1934.
- A.H. Wilson:** Semi-conductors and Metals. Physical Tracts 5-1939.

II. Experimente.

Fest immer wurde die Leitfähigkeit durch Strom- und Spannungsmessung bestimmt; fuer die Spannungsmessung ist ein stromloser Messer z.B. ein Blattelektromesser notwendig. Da Messer fuer Gleichstrom genauer als die fuer Wechselstrom sind, wurde soviel wie moeglich immer mit Gleichspannung gearbeitet. Nur wenn sich Polarisationserscheinungen ergaben, wie z.B. bei Ag₂S die Bildung von Silberdraechten durch den Kristall (siehe Lit. 1), musste man sowohl Wechselspannung nehmen. Völkl (Lit. 3) berechnete, wie man die Leitfähigkeit aus der Daempfung eines Kondensators finden kann, wobei der Halbleiter in Pulverform, mit Vaseline gemischt, als Dielektrikum verwendet wird. Er dachte, dass er dadurch bessere Ergebnisse erzielen konnte, da sich zwischen den kleinen Mikrokristallen eines Kristallites w. dergl. keine Sperrschichtbildung ergab. Nach spaeteren Forschern ist diese Methode jedoch auch nicht zuverlaessig, da die Daempfung dieses Kondensators sehr von der Korngrösse des Pulvers abhaengig ist.

Es stellte sich heraus, dass die meisten Halbleiter praktisch keinen Uebergangswiderstand haben, wenn Silber- oder Goldelektroden durch Verstaubung in Vacuo auf den Kristall oder auf das Kristallit aufgedaempft waren. Bei CuO war dies besonders noetig.

xx Einige Forscher verwendeten jedoch Spannungselektroden.

- 4 -

In den veröffentlichten Ergebnissen liegt eine ausserordentlich grosse Streuung, bis zu einem Faktor 10^5 . Dies kann unmöglich einer Messungengenauigkeit zugeschrieben werden, sondern liegt wahrscheinlich in Folgendem:

- 1) verschiedener Verunreinigungsgrad,
- 2) Verschiedenheit in Abweichungen des stochiometrisches Verhältnisses zwischen den zusammensetzenden Elementen,
- 3) kleine Sperrschichten bei mikrokristallinen Stoffen.

Ins besondere ist das stochiometrische Verhaeltnis sehr wichtig. Tatsaechlich naechern sich auch die Werte von Probestuecken, die Einkristalle waren und gehoerig in vacuo temperiert waren um ein Uebermass von Sauerstoff wegzuschaffen, schon ziemlich dicht. Besonders ist dies bei Cu_2O , woran die meiste Messungen verrichtet sind, der Fall. Fast alle Experimente ergaben von $90-300^\circ\text{K}$ fuer $\log \sigma = f(1/T)$ die der Theorie zufolge erwartete gerade Linie (σ = spez. Leitfaehigkeit).

Engelhard (Lit. 8) der sehr genaue Messungen an Cu_2O vorgenommen hat fand jedoch bei $\pm 200^\circ$ und bei $\pm 250^\circ$ K einen Knick in dieser Linie. Bemerkenswert ist, dass Schweichert (Lit. 14) bei diesen Temperaturen bei Cu_2O eine Traegheit und einen Sprung in der Thermokraft fand (bei 200°K nur einen Sprung). Rohde zufolge (Lit. 10) verschwindet dieser Sprung jedoch, wenn die Temperaturdifferenz, wobei die Thermokraft gemessen wird, nur klein genug ist. Engelhard gibt fuer diese Knicke die nachfolgende Erklaeung: Die Anzahl von Elektronen, die durch thermische agitation fuer Leitung freikommt ist laut der Theorie $n = n_0 e^{-\frac{E}{kT}}$ (k = Boltzmann Konstante). Bis dann wurde vorausgesetzt dass E eine Materialkonstante war. Laut Gudden ist jedoch diese Freimachungsenergie quantenstatistisch ueber die Elektronen verteilt. Wenn dies in Rechnung gebracht wird, erscheinen die Knicke in $\log \sigma = f(1/T)$ vonselbst.

- 5 -

G.Bauer (Lit.7) fand bei SnO_2 auch 2 Knicke naemlich bei $\pm 200^\circ$ und $\pm 135^\circ$ K; er hat davon jedoch keine Erklaerung gegeben. Jusé und Kurtschetow (Lit.12) haben bei Cu_2O die abhaengigkeit der Leitfaehigkeit des Sauerstoffgehaltes genau bei hoher Temperatur (bis 1000° K) bestimmt. Sie fanden das nachfolgende Ergebnis: bei niedriger Temperatur steigt die Leitfaehigkeit mit dem Sauerstoffgehalt bis eine Saettigung erreicht ist: wahrscheinlich der Wert von CuO . Bei hoeherer Temperatur jedoch machen alle Linien $\log \sigma = f(1/T)$ eine Kurve und naehern alle einer bestimmten geraden Linie, die wahrscheinlich den Wert von $\log \sigma = f(1/T)$ fuer reines Cu_2O darstellt. Dies ist zu verstehen, da bei genuegend hoher Temperatur die Elektronen die Zwischenstufe des Energieniveaus von Sauerstoff nicht mehr benoetigen, also auch reines Cu_2O denselben Wert bekommt.

Die Literatur ueber Fotoeffekte usw. wird noch weiter studiert.

Literatur:

- | | | | | | |
|-----|------------------|---|-------------------|------------------|-------------|
| 1) | F.Kleiber | $\text{Ag}_2\text{S}, \text{AgJ}$ | $410-500^\circ$ K | Ann. Phys. | 3-1929-229 |
| 2) | W.Vogt | Cu_2O | $200-340^\circ$ K | " | 7-1932-183 |
| 3) | A.Völkl | $\text{Cu}_2\text{O}, \text{AgCl}$ | $200-520^\circ$ K | " | 14-1932-193 |
| 4) | P.Guillery | $\text{ZnO}-\text{SnO}_2-\text{CuO}$ | $90-290^\circ$ K | " | 14-1932-216 |
| 5) | E.Engelhard | Cu_2O | $140-400^\circ$ K | " | 17-1935-501 |
| 6) | O.Fritsch | ZnO | $90-290^\circ$ K | " | 22-1935-375 |
| 7) | G.Bauer | $\text{CdO}-\text{Ti}_2\text{O}_3-\text{SnO}_2$ | $90-290^\circ$ K | " | 30-1937-433 |
| 8) | K.Bauer | PtSe | $90-290^\circ$ K | " | 38-1940-84 |
| 9) | L.Eisenmann | FeS | 290° K | " | 38-1940-121 |
| 10) | W.Rhode | Cu_2O | $150-240^\circ$ K | " | 38-1940-46 |
| 11) | Nasledow-Hensdow | Cu_2O | | Z.f. Phys. | 82-1933-46 |
| 12) | Jusé-Kurtschetow | Cu_2O | | Z.d. Sowj. Union | 2-1932-453 |
| 13) | w.Hochberg | $\text{SiO}-\text{CuO}$ und so w. | | " | 13-1938-198 |
| 14) | Schweickert | Cu_2O | $190-340^\circ$ K | Ann. Phys. | 34-1939-250 |

- 6 -

B. ARBEITSCHEMA FUER DIE HALBLEITERUNTERSUCHUNG.

Allererst muss das Material den folgenden Anforderungen genuegen.

- 1) Es muessen Einkristalle sein um Uebergangerscheinungen zwischen den Mikrokristallen, wie dem Sperrschichteffekt vorzubeugen.
- 2) Absolute Reinheit.
- 3) Ein rein stochiometrisches Verhaeltnis zwischen den zusammensetzenden Elementen, da auch ein Uebermass eines derselben als Verunreinigung zu betrachten ist.
- 4) So gross wie moegliche Leitfaehigkeit bei Raumtemperatur und so klein wie moeglich Neigung von $\log \sigma = f(1/T)$ um bei niedrigen Temperaturen noch genuegend genau messen zu koennen. Man genuegt diesen Anforderungen wie folgt:

1a) Natuerliche Einkristalle: Cuprit (Cu_2O) und Zinkit (ZnO).
Diese kommen noch einigermassen rein vor.

b) Synthetische Einkristalle: PbSe - PbS - SiO - AgCl - AgBr - Cu_2O sind praktisch gelungen; und ZnO in der Form duenner kleiner Nadeln.

2) Dieser Anforderung annaehrend genuegt bei der meisten synthetischen Kristallen. Nicht gut bei SiO .

3) Annaeherung versuchen durch temperieren in vacuo mit Temperaturen in der Naehة des Schmelzpunktes (wenn moeglich).

4) PbS und PbSe und SiO besonders guenstig. Weiter auch AgCl und HgO_2 .

Vorlaeufig wird mit dem folgenden Stoffen angefangen werden:
 ZnO - SiO (wenn eingetroffen), AgCl und eventuell anderen Silbersalzen.

a) ZnO . Fritsch (Lit. 6) hat Konglomerate von kleinen Einkristalle bekommen, dadurch dass er gesindertes ZnO -Pulver durch Stromdurchfuhr auf $\approx 1450^\circ \text{C}$ erwaeerete. Das Ganze war frei strahlend in der Luft aufgestellt. Bei dieser Methode herrscht jedoch in dem zu bildenden Kristall noch ein sehr grosser Temperaturgradient von dem Kern nach

- 7 -

der Aussenwand zu, naemlich:

1) an der Peripheri grosse Abkuehlung durch Strahlung und Konvektionstroeme der Luft; infolge dessen eine Abnahme der Leitfaehigkeit (wahrscheinlich exponentiell mit der Temperatur); dann mehr Strom durch den Kern, dort also noch gressere Erwaermung - also Temperaturdifferenz zwischen Peripheri und Kern noch gresser.

2) durch Leitung nach den Einklemmstuecken an dem aeussersten Enden niedrige Temperatur. Diese verliefen konisch um die Kontaktstelle mit kleinen Platinleitungsstuecken nicht zu hoch zu erwaermen.

Wir werden versuchen diese Schwierigkeit zu beseitigen, dadurch dass wir ein Graphitofen benuetzen, sodass das ganze Probestueck auf ungefaehr dieselbe Temperatur kommt. Heffentlich besteht dann die Moeglichkeit, dass bei sehr langsamer Abkuehlung gressere Einkristalle gebildet werden.

Fritsch hatte dies auch schon versucht, aber seine Versuche waren auf die Tatsache gestrandet, dass ZnO schon bei $1400^{\circ} C$ mit dem der Waende reagierte - einer Mischung von ZrO und Al_2O_3 . Wir werden nun erst versuchen ein Material zu finden, das nicht mit ZnO reagiert, noetigenfalls dadurch dass wir die Temperatur etwas ermaessigen. Wenn dies nicht gelingen sollte, dann werden wir versuchen den zu bildenden Kristall im Ofen durch ein Staebchen von gesindertem ZnO (z.B. bei $1000^{\circ} C$ gesindert) zu stuetzen, dessen anderes Ende auf verhaeltnismaessig niedrige Temperatur gehalten werden wird. Um den reduzierenden Einfluss des gleichenden Graphitstabs soviel wie moeglich zu beschraenken, wird der Ofen wehrscheinlich nicht luftleer gehalten werden koennen. In diesem Falle wird eine Stickstoffuellung gebraucht werden.

Es wird bezweckt auch andere hochschmelzende Oxyde, wie $GdO-SnO_2$ in diesem Ofen zu versuchen.

- 8 -

b) SiC. Hiervon koennen wir dem Schmelz bei Abkuehlung unter hohem Druck grossere Einkristalle bekommen werden. Die Schmelztemperatur ($\pm 3000^{\circ} \text{C}$) und der Druck liegen jedoch so hoch, dass dies in einem Laboratorium nicht ausfuehrbar ist. Es zeigt sich jedoch, dass bei technischer Herstellung von Carborundum manchmal in dem abgekuehlten Schmelz grosse Einkristalle vorkommen. Es wird also versucht werden derartige Kristalle zu bekommen. Diese sind wohl nicht vollkommen rein, sondern dieser Stoff ist darum so wichtig, da die charakteristik $\log \sigma = f(1/T)$ einen sehr kleine Neigung hat und demzufolge die Messung wahrscheinlich bis auf sehr niedrige Temperaturen ausgedehnt werden kann.

c) In einer anderen Abteilung der T.N.O. in Delft wird versucht Einkristalle genuenger Abmessungen von einigen Silbersalzen wie AgCl - AgBr usw. durch Niederschlagen aus einer Loesung zu bekommen. Weiter koennen nach einiger Zeit eventuell noch die nachfolgenden Stoffe versucht werden:

d) PbSe und PbS. Bauer und Eisenmann (Lit. 8 und 9) haben von diesen Stoffen Einkristalle von ca 1 cm^3 bekommen durch Pulver in Graphit und dies wieder in einer Quarzrohre zu schmelzen - nachdem diese bei $\pm 400^{\circ} \text{C}$ luftleer gepumpt ist - und dann zu gluehen.

e) Cu_2O . Es ist moeglich Cu-Einkristalle derartig zu oxydieren, dass 2 Einkristalle von Cu_2O entstehen (die Oxydation dringt naemlich von aussen nach innen durch, aber die 2 Haelfte wachsen nicht an einander). Man waehlt die Temperatur derartig, dass die Reaktionsgeschwindigkeit von $4\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O}$ sehr gross ist in Bezug auf die von $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$. Dadurch entsteht an der Oberflaeche des Kristalles nur ein duenne Schicht CuO , die weggeschliffen werden kann. Eventuelle Nadeln von CuO durch den Kristall hindurch verschwinden bei Heizung in vacuo.

Die eigentliche Messung wird vorlaeufig aus dem Messen der

- 8 -

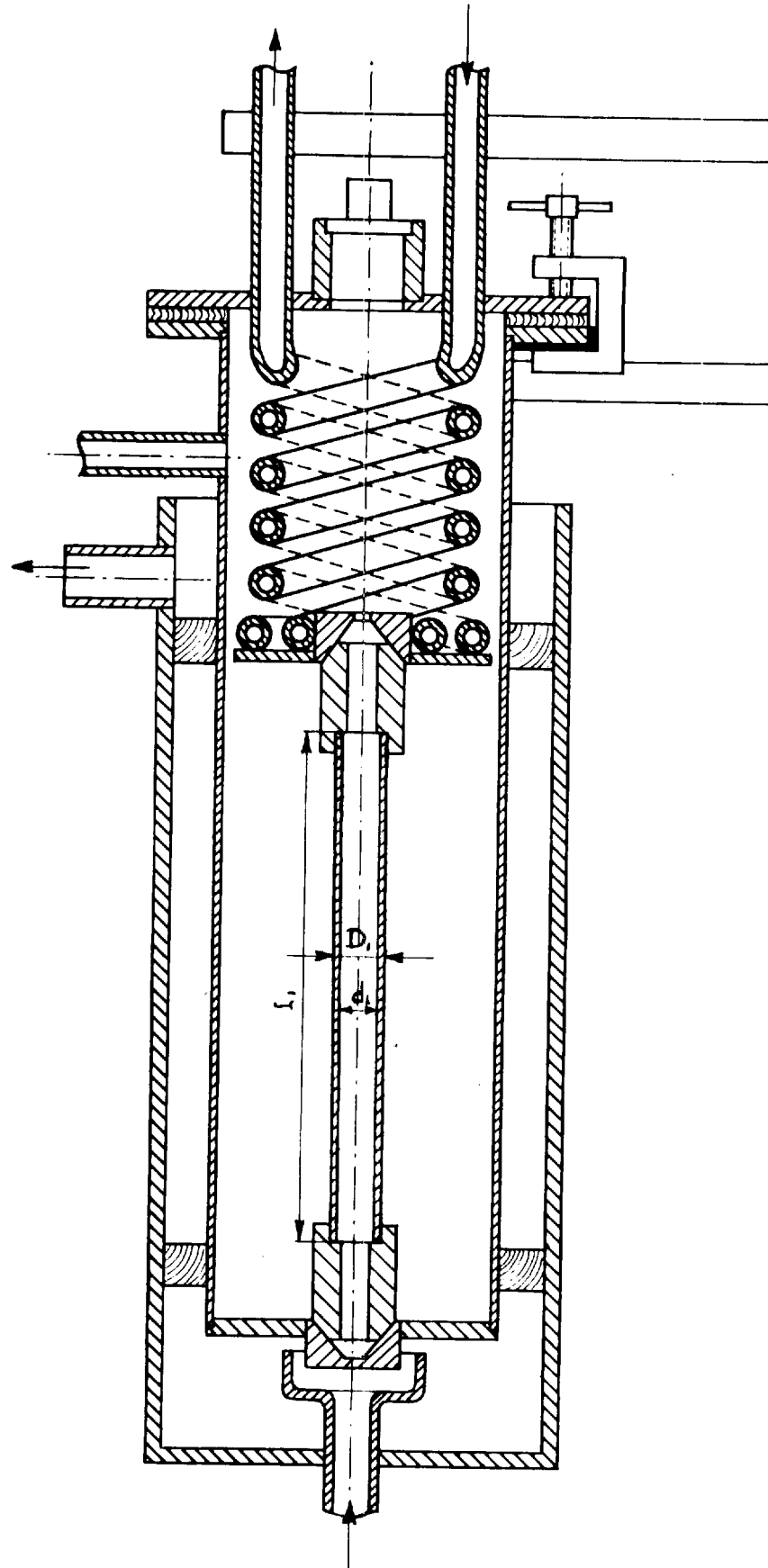
Leitfähigkeit als Funktion der Temperatur bestehen, da diese sehr gut bekannt sein muss um mit Aussicht auf Erfolge Photoeffekte zu messen. Ausserdem ist die Beweglichkeit μ der Elektronen resp. Ionen wahrscheinlich fuer den photographischen Prozess von Bedeutung und μ ist dem Produkt der Leitfähigkeit und Hall-Konstante gleich. Danach werden wir zu dem Hall-Effekt und den Photoeffekten uebergehen.

Es wird bezweckt die Leitfähigkeit in einer Bruecke von Wheatstone zu messen. Fuer kleine Werte von σ werden als Vergleichungswiderstaende auf Bernstein gedaempfte Platinschichten verwendet werden, die sehr genuegend konstant scheinen. Diese werden zu Werten von 10^{13} Ohm angefertigt, wodurch also mit Erfolg eine Leitfähigkeit bis auf 10^{-16} Ω gemessen werden kann und eine spezifische Leitfähigkeit bis 10^{-8} Ω .

Als Nullinstrument wird wahrscheinlich ein Saetenelektromesser gebraucht werden, aber es ist eine Methode mit einem variierenden Kondensator im Studium, wodurch es hoffentlich moeglich sein wird die Genauigkeit zu erhoehen. Bei hohen Werten des spezifischen Widerstandes wird das Problem des Oberflaechenwiderstandes des Halbleiters betrachtet werden muessen: ob dieser wirklich wichtig ist kann man vielleicht dadurch kontrollieren, dass man denselben Stoff senkrecht zu der Stromrichtung misst, indem man den Durchschnitt und die Oberflaeche aendert.

Ausserdem wird man Oberflaechenstroemen ueber die Einklemmstuecke vorbeugen muessen. Vielleicht kann hier die Schutzdrahtmethode von Price, wodurch Leckstroeme die Messung praktisch nicht beeinflussen, gute Dienste erweisen.

Als Einklemmstueck wird Trolitul verwendet werden dessen spezifischer Widerstand = 10^{19} Ohm cm und der spezifische Oberflaechenwiderstand = $\pm 10^{14}$ Ohm, oder auch Bernstein mit spezifischem Wider-



- 10 -

stand von 10^{16} Ohm cm. Wie die Form dieser Apparatur genau sein soll, wird noch naeher studiert, wobei dem Umstande Rechnung getragen wird, dass sowohl Leitfaehigkeit und Halle Spannung wie Photospannungen gemessen werden koennen.

Wenn bei einigen Stoffen Uebergangswiderstaende zwischen Kristall und Winklelektrode nicht vermeidbar sind, sogar nach aufdampfen von Silberelektroden auf den Kristall, dann wird man zur Bestimmung der Leitfaehigkeit aus Strom und Spannung schreiten muessen, wobei die Spannung mit einem Elektromesser (also Stromlos) und Spannungselektroden gemessen wird. Auch der Stelle fuer diese Elektroden wird sofort Rechnung getragen werden.

G. DER OFEN.

Dieser wurde laut beiliegender Zeichnung ausgefuehrt. Da Graphitroehre nicht zu bekommen war, wurde eine Kohlspitze von 25 mm Durchmesser verwendet, sowohl fuer den Zylinder als fuer die Anschlussstuecken.

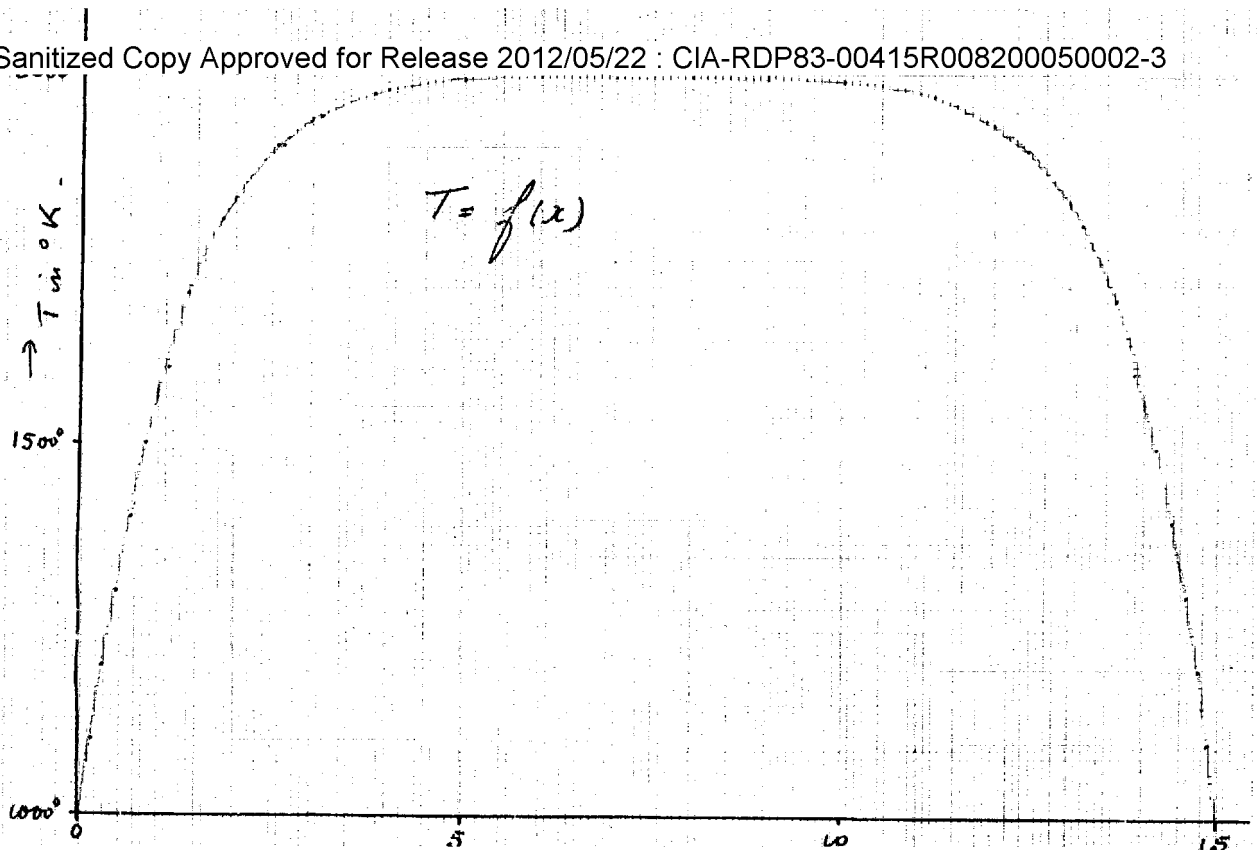
Die Temperaturverteilung dem Staebchen entlang wurde derart fuer 2000° K maximale Temperatur berechnet, wobei nur Strahlung und Leitung nach den Enden des Staebchen in Betracht gezogen wurden (also keine Gasfuellung).

$$D_1 = 1,8 \text{ cm} \quad d_1 = 1,2 \text{ cm}$$

Es wurde geschaezt, dass l_1 mindestens = 15 cm sein muessete. Der senkrechte Durchschnitt des Zylinders wird $S_1 = 1,42 \text{ cm}^2$. Wenn nur Strahlung da waere, dann muessete ausgefuehrt werden: $A = 5,75 \cdot 10^{-12} \cdot \pi D_1^4 = 520,0 \text{ W/cm}$. Durch Waermeleitung nach den Enden wird es ein Randwertproblem.

In dem Gleichgewichtszustand wird pro Zeiteinheit einem Laeungselement dx zugefuehrt: durch den Strom: $A dx$ Watt

$$\text{durch Leitung: } \sigma_2 \int_1 \left(\frac{dT}{dx} + \frac{\alpha}{dx} \cdot \frac{dT}{dx} \right) dx \text{ Watt}$$



- 11 -

abgeführt: durch Leitung: $\sigma_2 S_1 \frac{dT}{dx}$ Watt

durch Strahlung: $\sigma_1 \pi D_1 T^4 dx$ Watt

Hierbei sind σ_1 und σ_2 Konstante.

Dies gibt die Vergleichung

$$\frac{d^2T}{dx^2} = \frac{\sigma_1 \pi D_1}{\sigma_2 S_1} T^4 - \frac{A}{\sigma_2 S_1}$$

mit der Lösung:

$$x + 0_2 = \int \frac{dT}{V(12,9 \cdot 10^{-12} \cdot T^5 - 976 T C_1)}$$

C_1 und C_2 müssen aus den Randbedingungen gelöst werden. Diese sind:

für $x = 0$ $T = 1000^\circ K$

($x = \infty$) $T = 2000^\circ K$ $\frac{dT}{dx} = 0$

Dieses Integral muss numerisch integriert werden; dies gibt das nachfolgende Ergebnis:

$x = 0$ cm	$T = 1000^\circ K$
0,14	1100
0,28	1200
0,44	1300
0,62	1400
0,83	1500
1,13	1600
1,39	1700
1,82	1800
2,56	1900
3,10	1940
3,60	1970
5,0	1990

- 12 -

Durch Superposition der 2 Randeffekte wird die maximum Temperatur (in der Mitte des Stabes) etwas niedriger als 2000°K , waehrend der eine Randeffect den anderen praktisch nicht beeinfluesst. Hierdurch wird der Verlauf von $T = f(x)$ (siehe Grafik) in der Mitte des Stabes noch etwas flaecher.

Fuer σ_2 ist der durchschnittliche Wert fuer Kohl der Literatur entnommen. Wenn wir hierfuer den maximum angegebenen Wert nehmen den fuer Graphit zeigt es sich, dass der Randeffect sich nur ueber 15 % grosseren Abstand ausdehnt, also bleiben noch 4 cm, ueber die die Temperatur weniger als 10°K verlaeuft.

Wenn man mit niedrigeren Temperaturen z.B. 1800°K arbeitet, wird der Zustand sich etwas unguenstiger stellen, da aber der Zustand fuer den Kristall immer guenstiger als fuer den Kohlestab ist - naemlich praktisch keine Leitung nach den Enden, da es lose aufgelegt wird - wird dies wahrscheinlich keine Schwierigkeiten geben.

Das Vermoegen wurde wie folgt berechnet:

Dem Stabe muss zugefuehrt werden	15 x 520	7800 W
$\frac{dT}{dx}$ an den Enden ist 768 gr/cm, also wird		
	abgefuehrt	1640 W
	Durch Strahlung wird abgefuehrt	6160 W
Durch Kupferroehre reflektiert		
60 % (geschaeetzt)		3700 W
Durch Strom muss also zugefuehrt werden		
7800 - 3700		4100 W
In den Einklemmstuecken geht noch verloren		1000 W
		<hr/>
Total		5700 W

Diese Zahl wird sich noch etwas erhoehen durch Uebergangswiderstaende zwischen den verschiedenen Stuecken.

Beim Anheizen bekamen wir das folgende Ergebnis: Bei 2040°K war das zugefuehrte Vermoegen \pm 5700 Watt. Die Temperatur des Kuehlwassers (2,5 L/min) erhoechte sich von $7,5^{\circ}\text{C}$ auf 40°C .

- 13 -

Das Vakuum, das im Anfang 10^{-4} mm Hg war, war bei 2040°K noch 10^{-1} mm, während die Zeitdauer des Anheizens ungefähr 90 Minuten war, während welcher Zeit konstant gepumpt wurde.

Bei einer zweiten Probe jedoch verbesserte sich dieses bedeutend.

Die Temperatur wurde durch das Fensterchen mit Prisma in dem Deckel des Ofens mit Hilfe eines optischen Pyrometers gemessen. Dieses Fensterchen, das ursprünglich sofort in den Deckel lackiert war, wurde später nach der Zeichnung hergestellt, da beim Festklemmen des Deckels der Lack kaputt sprang. Außerdem mussten nach der ersten Probe die Einklemmetueckchen erneuert werden, da sie, wahrscheinlich weil der Kern der Kohlspitze nicht ausgebohrt war, der Länge nach geplatzt waren. Bei den neuen Stuecken ist dies wohl passiert.

Das Folgende wird jetzt sein; das ZnO -Pulver in Zylinderchen zu pressen und dann in verschiedenen feuerfesten Steinen in dem Ofen zu versuchen.

Zugleichseit wird mit der aufstellung fuer das Messen der Leitfaehigkeit angefangen werden.

50X1-HUM

Page Denied