

A 54

Bericht Nr. 516

**Untersuchungen
am Fotozellen-Ablenkgerät
von Dr. Nier**

9262



Bericht des Technischen Prüfstandes Oppau Nr. 516

Untersuchungen am Fotozellen-Ablenkgerät von Dr. Nier

Übersicht: Nach kurzer Beschreibung der Wirkungsweise des von Dr. Nier gelieferten Fotozellen-Ablenkgerätes zur Erzeugung stehender Verbrennungsdiagramme auf dem Schirme von Braunschen-Röhren wird an Hand von Spannung-Zeit-Kurven die Brauchbarkeit des Gerätes besprochen. Danach ergeben sich nur dann zufriedenstellende Kurven -abgesehen von den Kurven für $\lambda = 1 : 3,5$ wenn man den schmalsten, den 2 mm - Spalt benutzt. Als Ursache für die Abweichungen zwischen Soll- und Ist-Kurven wird die nur schwer mögliche, gleichmässige Ausleuchtung des Spaltes angegeben. Ein Nachteil des Gerätes ist es bis jetzt noch, dass man für die Lichtquelle die hohe Leistung von 30 Watt bei 6 Volt Gleichspannung benötigt.

Abgeschlossen am: 20. Oktober 1942 Gr.

Bearbeiter: Dr. Schuch

Die vorliegende Ausfertigung enthält

8 Textblätter

9 Bildblätter

Verteiler

Nr.	am	Empfänger	Nr.	am	Empfänger
1		Dr. Nier, Dresden			
2		Dr. Gmelin, Betriebskontrolle			
3		Obering. Dipl. Ing. Pensig			
4		Dr. Schuch			
5-7		Techn. Prüfstand Op.			

9263

Untersuchungen am Fotozellen-Ablenkgerät

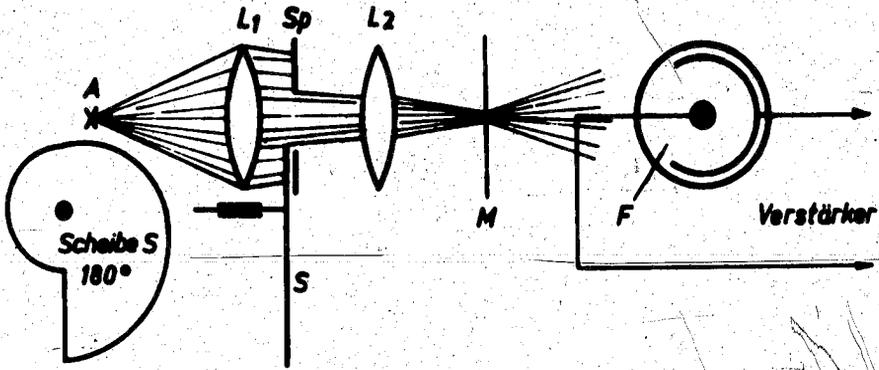
von Dr. Nier

Aufbau und Wirkungsweise

Das Fotozellen-Ablenkgerät von Dr. Nier dient zur seitlichen Ablenkung des Kathodenstrahls von Braunschen Röhren. Solche Ablenkungen werden beispielsweise zur Erzeugung stehender Druck-Zeit- oder Druck-Kolbenweg-Diagramme von Verbrennungsmaschinen benötigt. Da das Gerät bereits ausführlich in seinem Aufbau und in seiner Wirkungsweise in der Motortechnischen Zeitschrift, Heft 2, 1942, S. 43, beschrieben ist, so sei darauf nur kurz anhand des Bildes 1 eingegangen. Das Licht der Lampe A wird durch die Linse L_1 gesammelt und fällt nach Ausblendung durch die Spaltblende Sp durch eine weitere Linse L_2 auf die Milchscheibe M, die einige Zentimeter Abstand von der Fotozelle F hat. Die Milchscheibe hat vor allem die Aufgabe, das ankommende Lichtbündel diffuser zu machen, damit die Fotozelle nicht nur an einer kleinen Stelle der lichtempfindlichen Schicht beleuchtet wird. Die Fotozelle arbeitet auf einen Gleichstrom-Gegenverstärker, an den die für die horizontale Ablenkung bestimmten Platten der Braunschen Röhre angeschlossen sind. Der auf die Zelle fallende Lichtstrom wird zur Erzeugung der Ablenkspannung durch eine besonders geformte Scheibe S gesteuert, die sich zwischen der Linse L_1 und der Blende Sp vorbeibewegt und dadurch periodisch sich ändernde Längen des Spaltes für den Lichtstrom freigibt.

Für stehende Druckdiagramme ist nun eine Ablenkspannung nötig, die sich proportional dem Kurbelwinkel, d.h. proportional der Zeit ändert. Für diesen Zweck erhält die Scheibe die Form einer Archimedischen Spirale.

Bild 1 Strahlengang beim Fotozellen - Ablenkgerät von Dr.Nier



A = Lichtquelle (Osram Tonfilm-Lampe 6V 5A Nr.0128)

L₁, L₂ = Linsen

Sp = Spaltblende

S = rotierende Scheibe

M = Milchscheibe

F = Fotozelle (Type F 133-G Sp I Vakuum von Infram GmbH)

TPFS 2528

Um Synchronismus mit dem interessierenden Vorgang zu erreichen, lässt man sie mit der Welle des Motors umlaufen, dessen Verbrennungsablauf gerade interessiert. Nächst nun der Halbmesser der Scheibe während des Winkels α , nach einer Archimedischen Spirale an und geht er dann plötzlich auf seine ursprüngliche Länge zurück und bleibt für einige $^{\circ}\text{Kw}$ konstant, so entsteht eine während des Winkels α sich zeitproportional ändernde Spannung, die plötzlich auf ihren Anfangswert zurückgeht und konstant bleibt, bis wieder der Anstieg erfolgt. Die Aufnahmen der Bilder 2 - 7 zeigen solche Spannungskurven. Der abgelenkte Leuchtfleck wandert also, während der Winkel α durchlaufen wird, mit konstanter Ablenkgeschwindigkeit von seinem einen Endpunkt zum anderen, geht dann sehr schnell zurück und verharrt dort, bis die Spannung sich wieder ändert. Durch Ändern der Scheibenform kann man so jede gewünschte

Ablenkgeschwindigkeit des Strahles erreichen. Gibt man insbesondere der Scheibe Kreisform und lässt sie exzentrisch laufen, so erhält man dem Kolbenweg proportionale Ablenkungen. Die Exzentrizität ist dabei so zu wählen, dass das Verhältnis Exzentrizität zu Halbmesser der Scheibe gleich dem gewünschten Schubstangenverhältnis λ ist. Die Bilder 8 - 10 zeigen derartige Aufnahmen für $\lambda = 1 : 3,5$, $\lambda = 1 : 4$ und $\lambda = 1 : 4,5$.

Für motorische Untersuchungen interessieren nur der Zeit und dem Kolbenweg proportionale Ablenkspannungen. Deshalb wurden an dem vorliegenden Gerät nur Untersuchungen in dieser Richtung angestellt.

Versuchsdurchführung

Für die Versuche wurde das Ablenkgerät von Dr. Nier an einen Elektromotor gekuppelt, der etwa 1200 Umdr./min machte. Der zur Anwendung kommende Gleichstrom-Gegentaktverstärker ist in den Nier'schen Doppelstrahl-Apparat eingebaut. Daher wurde dieser für die Versuche verwendet. Ebenso wurde die Nier'sche Trommeleinrichtung für die Aufnahme benutzt. Die Trommel machte 5 Umdrehungen/min. Da sie mit vertikaler Achse umläuft, und für die Ablenkung das übliche Plattenpaar der Braunschen Röhre beibehalten wurde, musste die Röhre um 90° gedreht werden. Die so erhaltene Aufnahmen zeigen die Bilder 2 - 10. Scheiben mit folgenden Ablenkwinkeln wurden benutzt: 90° , 180° , 360° , wobei der theoretische Rücklauf 0° Kw betrug und eine Scheibe mit 315° , wobei der theoretische Rücklauf 45° Kw betrug. Letztere Scheibe kann sowohl für 45° als auch für 315° Kw Ablenkung Verwendung finden. Als mögliche Spaltbreiten sind bei dem Gerät 2,5 und 12,5 mm vorgesehen. Die anfänglich verwendete, auch von Dr. Nier angegebene Lampenspannung (von A) von 4 Volt ergab bei dem 2 mm Spalt zu geringe Ablenkspannungen. Daher wurde später nur noch mit 6 Volt gearbeitet und die Ablenkbreite vom Apparat aus immer auf ungefähr den gleichen Wert eingestellt (80 mm). Weiter wurde dann

noch die exzentrisch rotierende Kreisscheibe eingesetzt, um den Kolbenweg proportionale Spannungen zu erhalten. Dabei konnten auch bei 6 Volt Lampenspannung für den 2 mm - Spalt keine Ablenkbreiten von 80 mm erzielt werden. Daher wurde im Apparat der Ableitwiderstand am Eingang der ersten Verstärkeröhre von etwa 50 000 auf 70 000 Ohm erhöht. Aufnahmen wurden für $\lambda = 1 : 3,5$, $1 : 4$ und $1 : 4,5$ gemacht. Da eine Drehzahlabhängigkeit bis zu 2400 U/min nicht festgestellt werden konnte, wurde darauf nicht weiter eingegangen.

Versuchsergebnisse:

1) Spannung -Zeit-Kurven für den Kurbelwinkel

Die Spannung -Zeit-Kurven sind für die verschiedenen Kurbelwinkel und Spaltbreiten in den Bildern 2 bis 7 wiedergegeben. In allen Fällen wurden mit dem 2 mm - Spalt die einwandfreiesten Kurven erhalten. Dies gilt sowohl hinsichtlich der Zeitproportionalität der Spannungen, als auch hinsichtlich der Zeit, in der die Spannung von ihrem Minimalwert auf ihren Maximalwert ansteigen soll. Besonders stark sind die Abweichungen der Zeit von den Sollwerten bei dem 12,5 mm-Spalt. Auch für die Zeit des Rücklaufs des Kathodenstrahls gilt Entsprechendes. Bei dem 2 mm - Spalt erfolgt der Rücklauf allgemein so schnell, dass er auf den Aufnahmen bisweilen kaum erkennbar ist. Je breiter der Spalt wird, desto langsamer erfolgt der Rücklauf. Wenn auch die Dauer des Rücklaufs allgemein nicht interessiert, so ist sie doch von Bedeutung, wenn man mit der 360° Kw-Ablenkung arbeitet. Hier bedingt die Dauer des Rücklaufs u.U., dass man keine 360° Kw-Ablenkung erhalten kann. Man ist also hier schon allein wegen der Rücklaufsdauer gezwungen, mit dem 2 mm - Spalt zu arbeiten. Auch die 45° Kw-Ablenkung, die mit der 315° Kw-Ablenkung kombiniert ist, ist für den 2 mm - Spalt am einwandfreiesten.

2) Spannung -Zeit-Kurven für den Kolbenweg

Die hierbei aufgenommenen Kurven sind für den 2- und 5 mm - Spalt in den Bildern 8 - 10 wiedergegeben. Ihre Nachprüfung ist entschieden schwieriger als im obigen Fall. Ein Weg ist der Folgende: Man zeichnet sich die Sollkurve

auf durchscheinendes Papier und versucht sie mit den Istkurven zur Deckung zu bringen. Das wurde im vorliegenden Fall getan und dabei gefunden, dass auch hier von den Kurven für $\lambda = 1 : 3,5$ abgesehen, die Übereinstimmung für den 2 mm - Spalt am besten ist. Meist ändert sich an der dem oberen Totpunkt entsprechenden Stelle die Spannung zu langsam und am oberen Totpunkt zu schnell. Bei dem 5 mm - Spalt ist die Übereinstimmung der Soll- und Ist-Kurven nicht so sehr gut. Es dürfte also auch hier die Anwendung des 2 mm Spaltes empfehlenswert sein.

Folgerungen und Kritik

Die dargelegten Ergebnisse und anderweitig mit dem Gerät gemachten Erfahrungen rechtfertigen folgende Schlüsse. Stellt man grössere Anforderung an die Genauigkeit der horizontalen Ablenkung, so muss man unbedingt mit dem schmalsten, dem 2 mm - Spalt arbeiten. Bei der vorliegenden optischen Anordnung und Verstärker ist dabei eine Lampenspannung von 6 Volt erforderlich. Die Verwendung des 2 mm - Spaltes hat u.a. den Vorteil, dass man bei der Kurbelwinkel-Ablenkung für die gesamte Ablenkungsbreite linear inter- und extrapolieren kann. Arbeitet man mit breiteren Spalten, so ist wohl auch stückweise lineare Interpolation möglich. Doch streut man sich dann vorteilhafterweise möglichst viele Zeitmarken ein, deren Abstände voneinander immer den gleichen Zeit-Intervallen entsprechen. Zwischen zwei Marken kann man dann, von den Endstücken abgesehen, jeweils linear interpolieren.

Diese nachträgliche Berücksichtigung der nicht exakten Ablenkung ist naturgemäss bei der Kolbenwegablenkung nicht möglich. Hier dürfte es deshalb ratsam sein, von vorneherein mit dem 2mm - Spalt zu arbeiten. Warum für das Schubstangenverhältnis $1 : 3,5$ auch bei dem 2 mm - Spalt keine befriedigende Kurven erhalten wurden, konnte nicht ganz geklärt werden. Allerdings kommen solche Schubstangenverhältnisse auch wohl kaum vor.

Die Tatsache, dass zwischen den Ist-Kurven und den Sollkurven immer eine gewisse Abweichung gefunden wurde, dürfte wohl in erster Linie auf die durch die grosse Spaltbreite bedingte Schwierigkeit der gleichmässigen Aus-

leuchtung zurückzuführen sein. Weiter können kleine Fehler in der Herstellung der Scheiben S sehr leicht auftreten, da deren Abmessungen ziemlich gering sind.

Der in der genannten Literaturstelle angegebene Strahlengang wurde bei dem vorliegenden Gerät wohl aus Rücksicht auf ausreichende Intensität nicht exakt eingehalten. Die erste Linse L_1 erzeugt kein paralleles, sondern ein ziemlich stark konvergentes Strahlenbündel. Die zweite Linse sammelt sodann das Licht nochmals, sodass schon auf der Milchscheibe M das Bild der Lichtquelle entsteht. Wegen der Konvergenz der ersten Linse könnte die zweite Linse weggelassen werden. Bei dem uns von Dr.Nier übergebenen Gerät befand sich zur Erhöhung des Lichtstromes noch ein Hohlspiegel auf der Rückseite der Lampe A . Er verschlechterte jedoch die Ausleuchtung des Spaltes und gab daher infolge Lampenschwingungen bei Ankuppeln des Gerätes an den I.G. Versuchsmotor zu Störungen in der Ablenkung des Kathodenstrahles Anlass. Daher wurde er schon bei den ersten Versuchen, die im Beisein von Dr.Nier durchgeführt wurden, herausgenommen.

Wie weit die angelieferte Apparatur für die Dauer starken Beanspruchungen standhält, ist noch nicht erwiesen. Bisher hat sich zunächst als notwendig herausgestellt, bei Verwendung von 6 Volt Lampenspannung zwischen Motor und Gerät einen wassergekühlten Flansch anzubringen. Ob die Lampenschwingungen durch Andrücken einer Madenschraube an den Glaskolben der Lampe für die Dauer beseitigt sind, muss ebenfalls der Versuch noch lehren.

Ein grosser Nachteil des Geräts ist es insbesondere, dass man z.Zt. noch die hohe Leistung von 30 Watt bei 6 Volt Gleichspannung für die Lampen braucht, was selbst für einen starken Akkumulator eine grosse Beanspruchung bedeutet. Man kann sich abhelfen, indem man den Akku nur als Puffer benutzt, was jedoch oft nicht möglich ist. Die direkte Heizung mit fünfzig-periodischem Wechselstrom, der leichter zu beschaffen und auch leichter zu stabilisieren wäre, scheidet ebenfalls wegen der dabei auftretenden Intensitätsschwankungen aus. Die erzeugte Ablenkspannung hängt nämlich sehr stark von der Helligkeit der Lampe ab. Denn einerseits steigt die Strahlung etwa mit der vierten Potenz

der Glühfadentemperatur an und andererseits werden alle Schwankungen durch den Gegentaktverstärker noch verstärkt. In dieser Beziehung dürfte das vorliegende Gerät besonders stark dem vom Technischen Prüfstand entwickelten Seitenablenkgerät unterlegen sein. Es bleibt noch die Möglichkeit der Gleichrichtung der stabilisierten Wechselspannung. Doch ist dafür der apparative Aufwand ziemlich gross.

Demnach erscheint es ratsam, vor allem die Optik zu verbessern. Gelingt es nämlich bei breiteren Spalten eine gute Ausleuchtung zu erhalten, so kann die Lampenleistung gesenkt und damit ein Nachteil des Gerätes beseitigt werden. Über Versuche in dieser Richtung soll später berichtet werden.

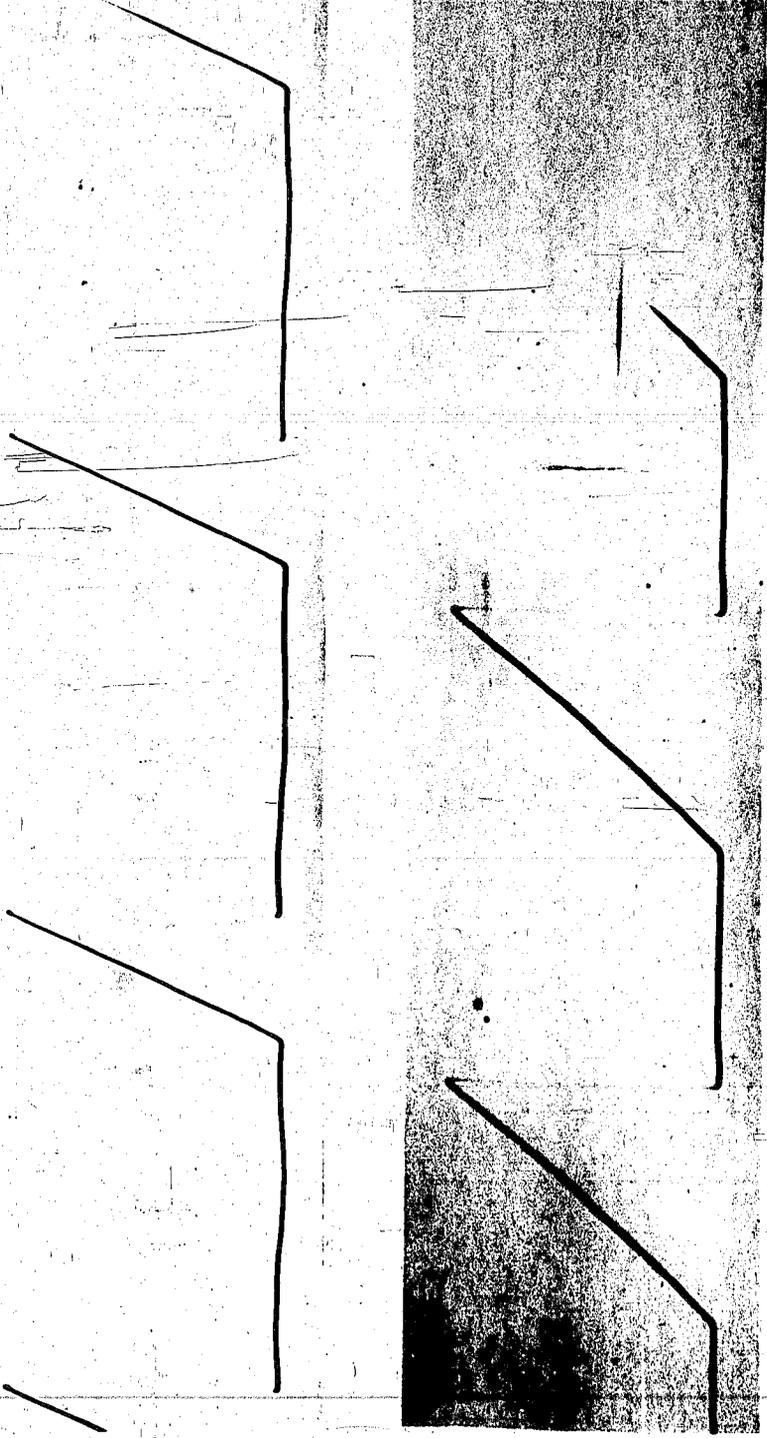


Bild 2: Spannung-Zeit-Kurven für Kartelwischler in Pitolillen-^{AV}arkkerit von Dr. Nier
Spaltbreite 2 mm. Die Stellenfallkurven sind durchgezogene Linien, die den Rücklauf des Strahles dar.

Dr. Nier, Institut für Physik
1930

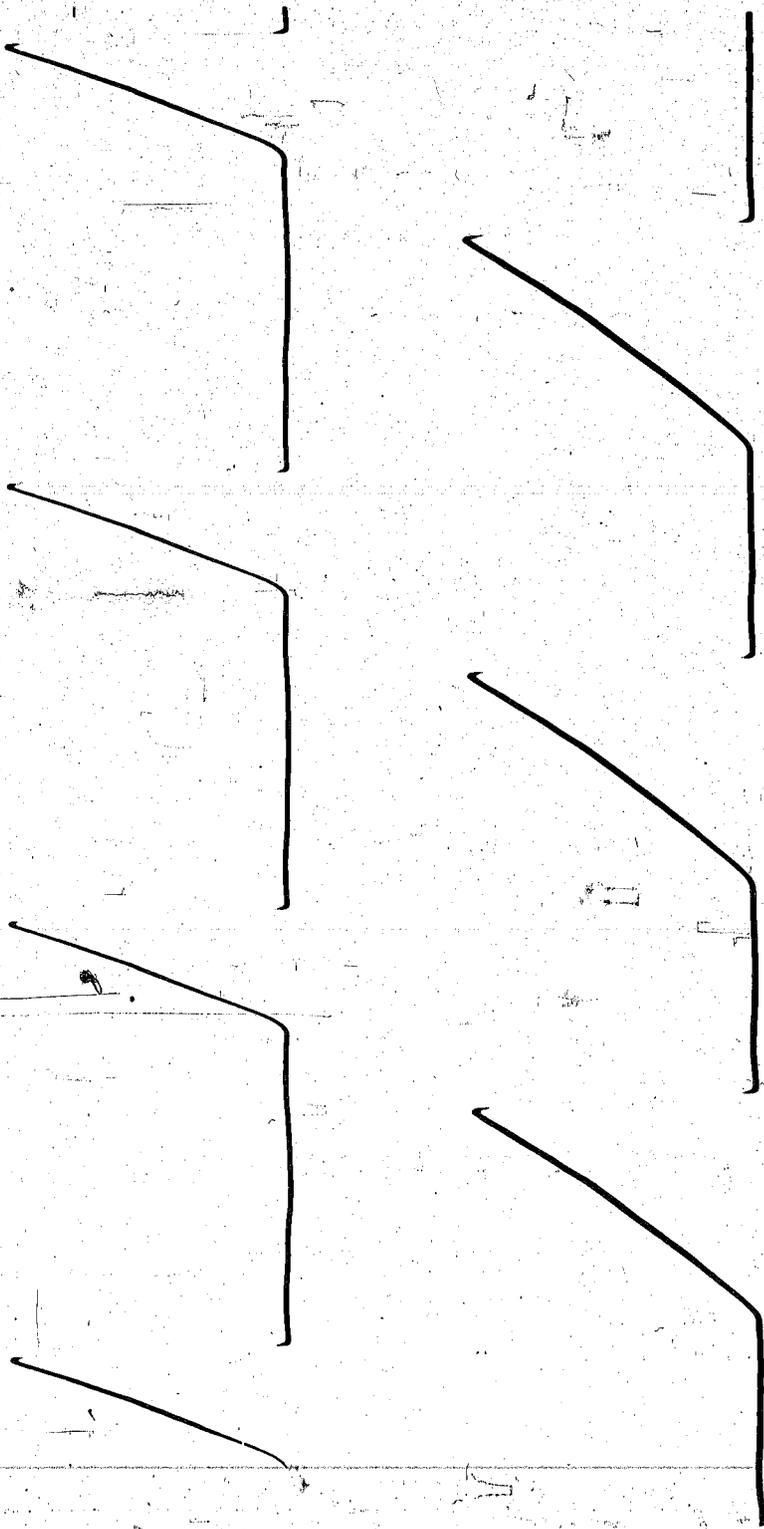
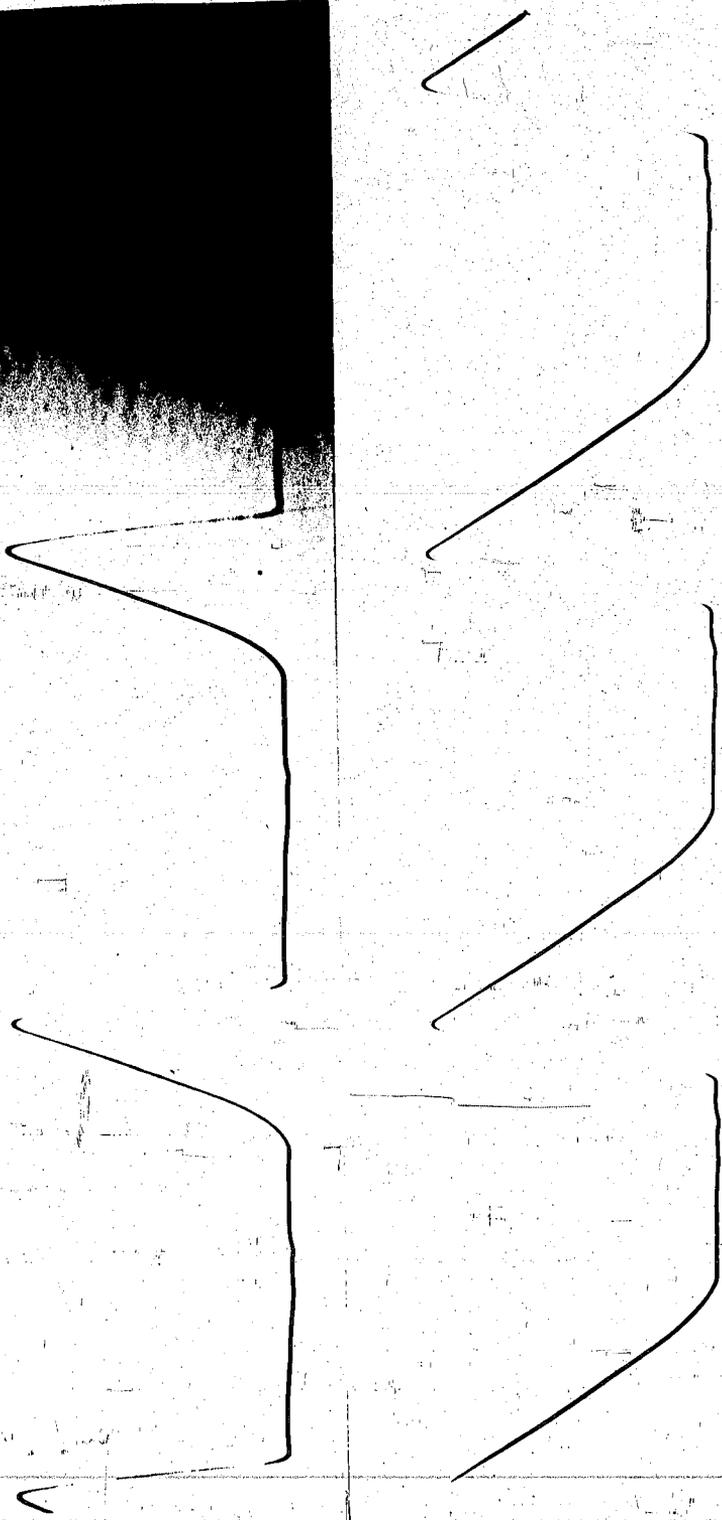
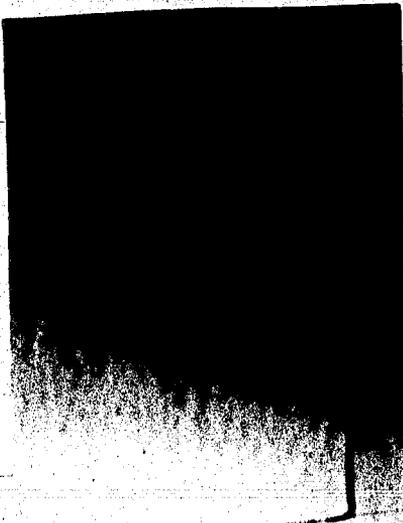
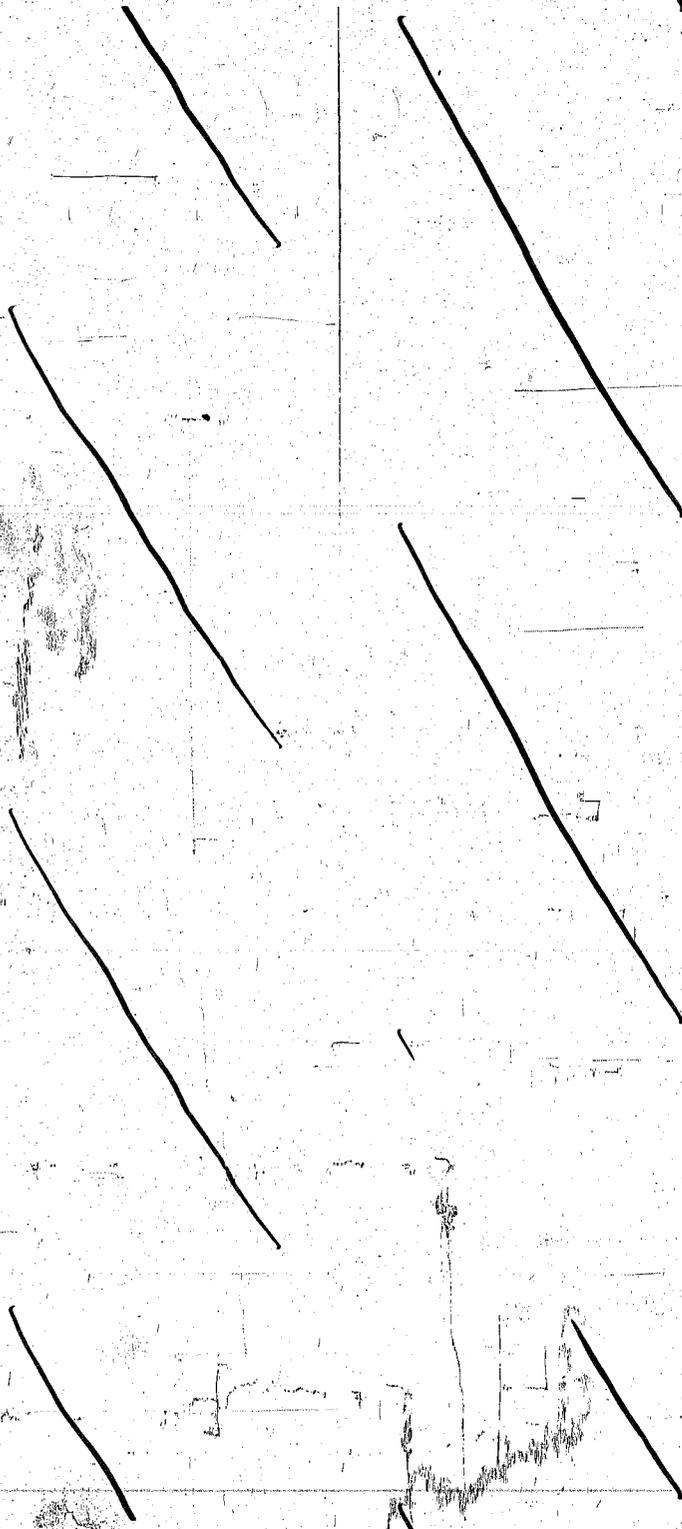


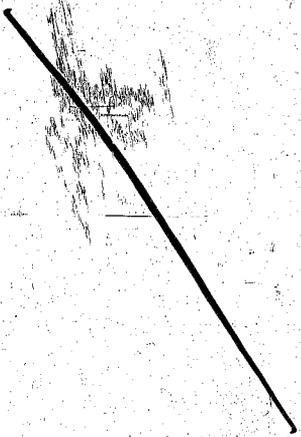
Bild 2: Zustand-Zeit-Abstand für Pot. Wellen-Von-Wellen-Ordnung von Dr. Hier

a) Zustand-Zeit-Abstand - 1907

b) Zustand-Zeit-Abstand 1907

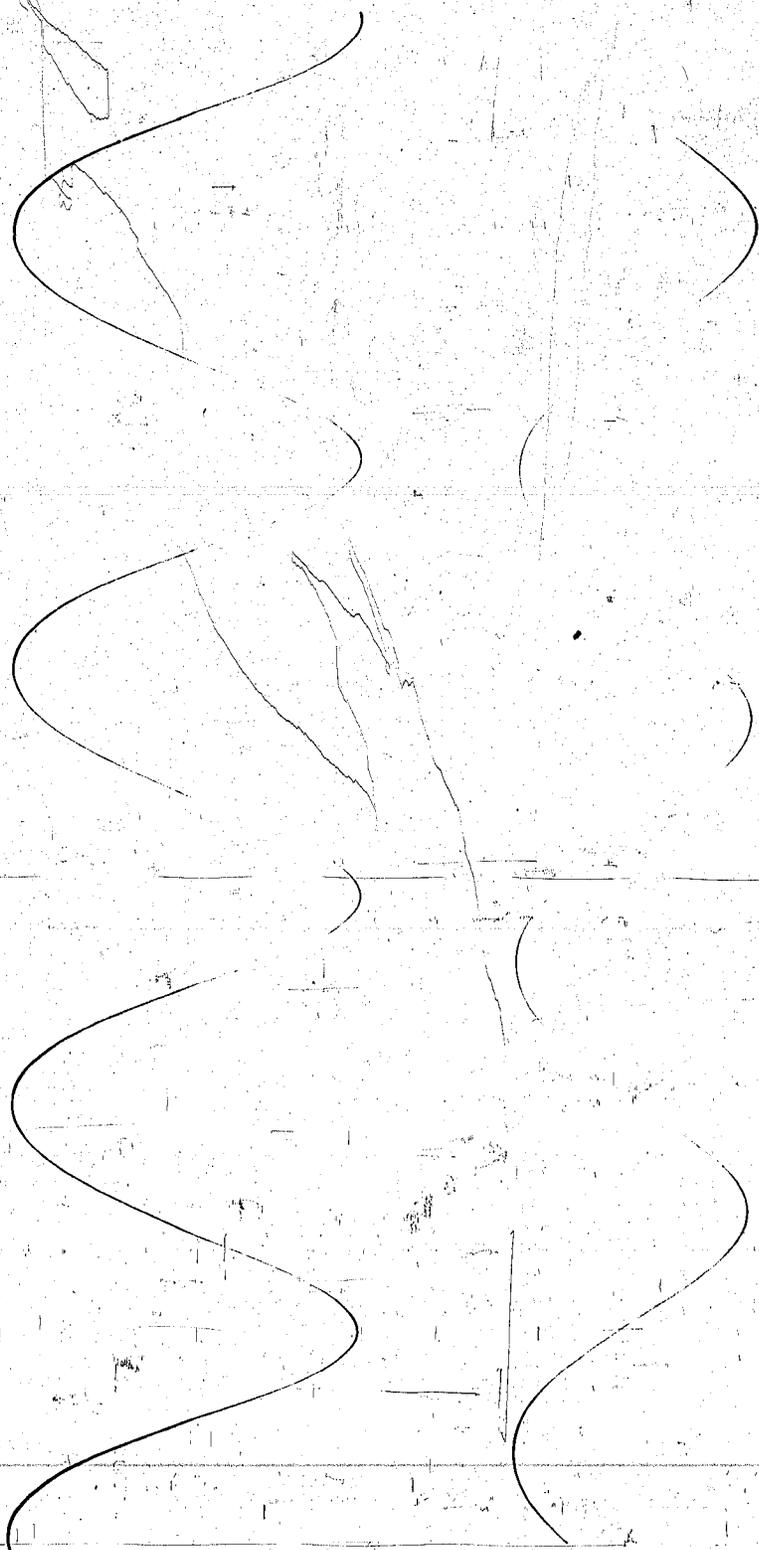








315



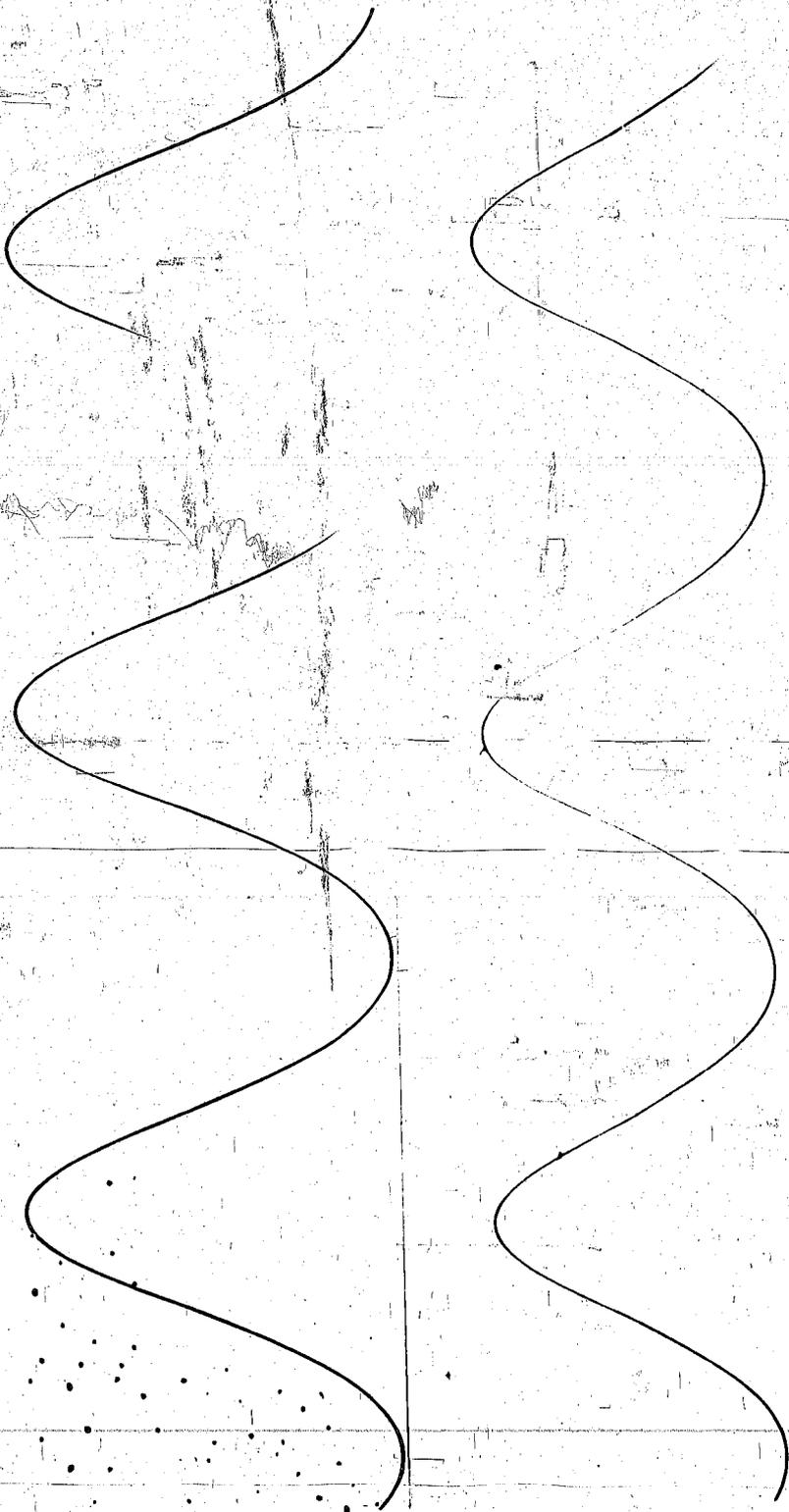


300 y: 1000 5 - 1 - 5

X X

a

b



<<