

# Probleme und Methoden der Analyse zeitlich variabler Pegel

Autor(en): **Fritz, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **34 (1956)**

Heft 5

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874522>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Der vorliegende Versuch zur Konstruktion einer Nachtpropagationskurve hat, wie ersichtlich, zu ganz interessanten Resultaten geführt. Die definitiven UER-Nachtpropagationskurven werden vor-

aussichtlich die Messwerte einer ganzen Sonnenfleckenperiode umfassen und sowohl die Frequenz als auch die geographische Breite des Reflexionspunktes als Kurvenparameter enthalten.

## Probleme und Methoden der Analyse zeitlich variabler Pegel\*

Von W. Fritz, Bern

621.317.341

**Zusammenfassung.** Die statistische Betrachtung zeitlich variabler Grössen wird infolge des damit verbundenen Arbeitsaufwandes vielfach gemieden. Und trotzdem ist es meist die einzige Möglichkeit, um Einblick in unregelmässige Vorgänge zu erhalten. Es werden eine Reihe technischer Hilfsmittel beschrieben, die je nach Anwendungsfall eine beträchtliche Zeitersparnis ergeben. Am Schluss folgt die Beschreibung eines vom Verfasser entwickelten Pegelanalysators, der automatisch nach eingestelltem Programm arbeitet.

**Résumé.** On s'abstient très souvent d'établir des statistiques par rapport au temps sur des grandeurs variables du fait du travail considérable qui en découle. Et pourtant c'est généralement la seule possibilité qu'on ait de se faire une idée exacte de processus irréguliers. L'auteur décrit un certain nombre de moyens techniques qui, selon leur application, permettent d'économiser un temps précieux. Pour terminer, il fait la description d'un analyseur de niveaux qu'il a lui-même mis au point et qui fonctionne automatiquement selon un programme bien défini.

### 1. Einleitung

Grundlegende Untersuchungen im Gebiet der Wellenausbreitung sind stets mit umfangreichen statistischen Erhebungen verbunden. In der experimentellen Forschung überhaupt, ganz unabhängig, ob im Bereich der Elektrizität, Mechanik, Hydraulik usw., steht man vor dem Problem, unregelmässige Schwankungen zu untersuchen und allenfalls eine Korrelation mit andern Variablen zu finden. Man wird auch hier selten ohne eine statistische Betrachtung der Variablen zum Ziel kommen. Die Beschaffung der hierzu notwendigen statistischen Unterlagen erfordert jedoch ohne den Einsatz von technischen Hilfsmitteln enorme manuelle Auswertungsarbeit. Die heutige Zeit mit ihrem chronischen Zeit- und Personalmangel verunmöglicht deshalb manche dringend benötigte Untersuchung, besonders wenn sie sich über längere Zeit erstreckt. So wurden auch wir gezwungen, nach technischen Hilfsmitteln Ausschau zu halten, um die dauernd laufenden Untersuchungen auf dem Gebiet der Wellenausbreitung mit möglichst geringem Arbeitsaufwand weiterzuführen.

Da dieses Problem auch bei ausländischen Rundfunk- und Forschungsanstalten aktuell ist, entstanden verschiedenorts Geräte, um die Auswertearbeit zu vereinfachen. Im folgenden soll versucht werden, eine Übersicht über die bekannten Systeme zu geben. Am Schluss folgt die Beschreibung einer Eigenkonstruktion, bei der unter Begehung neuer Wege ein vollautomatisches und vielseitig verwendbares Auswertegerät geschaffen wurde.

Die folgenden Betrachtungen sind auf die Forderungen der Wellenausbreitungsforschung zugeschnitten, haben aber sinngemäss auch für andere Gebiete der Technik Gültigkeit. Meistens ändert nur der Messwertwandler. Bei Feldstärkemessungen ist es immer eine definierte Antenne, die eine der Feldstärke proportionale Spannung an den Eingang eines Messempfängers gibt. Der Ausgang liefert einen in quasi

linearer oder logarithmischer Beziehung zur Antennenspannung stehenden Gleichstrom für die direkte Speisung eines 5-mA-Registrierinstrumentes.

### 2. Indirekte Auswertungsmethoden

Sie sind gekennzeichnet durch eine vorgängige Registrierung der Messgrössen in irgendeiner Form. Das erhaltene Dokument lässt sich beliebige Zeit später auswerten.

#### 2.1. Die Handauswertung

Es ist die klassische Methode, die ohne technische Hilfsmittel auskommt, dafür aber sehr arbeitsintensiv ist.

Das Registrierpapier soll eine Breite von etwa 150 mm haben. Der Vorschub richtet sich nach der Geschwindigkeit der Pegeländerungen und beträgt bei Feldstärkemessungen meist 1 cm pro Minute oder 6 cm pro Stunde. Nach erfolgter Registrierung wird der Papierstreifen in gewünschte Zeitabschnitte unterteilt. Entsprechend der verlangten Genauigkeit zieht man 6 bis 20 Niveaulinien (vgl. Fig. 6 im Beitrag W. Ebert, S. 202 der vorliegenden Nummer). Für jedes Niveau wird die Dauer der Überschreitungen partiell herausgemessen und summiert. Für die Registrierdauer von einer Stunde mit 1 cm Vorschub pro Minute und 10 Niveaulinien muss durchschnittlich mit zwei Arbeitsstunden für die Auswertung gerechnet werden. Dazu kommt noch das Berechnen der Verteilung und das Aufzeichnen der Verteilkurve, aus der dann die gewünschte Information zu entnehmen ist. Für den Auswertenden ist diese Methode sehr monoton, so dass durch Unachtsamkeit leicht Fehler entstehen. Auch das Registrierinstrument kann je nach seiner Dämpfung und der Reibung der Schreibfeder auf dem Papier fehlerhaft aufzeichnen. Am besten bewährt hat sich eine aperiodische Dämpfung mit maximal 1 Sekunde Einstellzeit für Vollausschlag.

#### 2.2. Das Kurvenabtastgerät

Eine Zeiteinsparung konnte mit einem durch unsere Forschungs- und Versuchsanstalt konstruierten

\* Vortrag, gehalten anlässlich eines Kolloquiums «Über moderne Probleme der theoretischen und angewandten Elektrotechnik» im Physikgebäude der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich, am 13. Februar 1956.

Kurvenabtastgerät [1]\*\* erzielt werden. Das Registrierpapier läuft mit einstellbarer Geschwindigkeit über eine Platte, und der Operateur hat die Aufgabe, mit einem Fadenkreuz dem Kurvenzug nachzufahren (Fig. 1). Zehn Pegelstufen können beliebig über den Bereich verteilt werden, das Resultat ist auf Statistikzählern ablesbar.

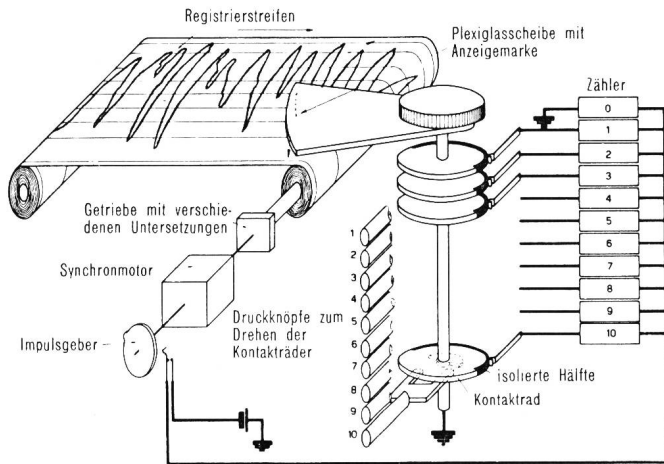


Fig. 1. Kurvenabtastgerät

Das Abtasten erfordert viel Konzentration und ermüdet schnell. Die Fehlermöglichkeiten sind praktisch dieselben wie beim Auswerten von Hand, und der Zeitaufwand ist mit den Vorbereitungen immer noch zu gross.

### 2.3. Festmengenregistriergerät

Erwähnenswert ist das von Ing. Ferrari für die Elektrizitätswirtschaft entwickelte und durch AEG gebaute Festmengenregistriergerät [2, 3]. An die Stelle des Schreibers kommt ein Messmotor. Es besteht nun ein Zusammenhang zwischen dem jeweiligen Spitzenwert der Feldstärke  $e$  und dem Augenblickswert der Drehzahl  $n$  des Messmotors, der durch die Funktion

$$n = f(e)$$

dargestellt sein soll. Der Messmotor integriert den einfallenden Gleichstrom über gewisse variable Zeitabschnitte  $T$  derart, dass der Wert des Integrals

$$\int_0^T n \cdot dt,$$

die sogenannte «Festmenge», konstant bleibt.

Der Messmotor steuert über ein Getriebe einen Impulskontakt, der nach der erreichten Festmenge  $Q$ , in unserem Fall 900 mAs, jeweils kurzzeitig schliesst. Dieser Impuls gelangt auf ein Festmengen-Registriergerät, wo in einen mit konstanter Geschwindigkeit  $v$  laufenden Papierstreifen ein Loch gestanzt wird. Der Lochabstand  $x$  ist somit ein Mass für die mittlere Intensität  $J$  nach der Formel

$$J = Q \frac{v}{x}$$

\*\* Vgl. Bibliographie am Schluss des Artikels.

Die Papierstreifen können in einem zentralen Auswertegerät automatisch ausgewertet werden.

Leider ist der Zusammenhang der zeitlichen Mittelwerte von  $e$  und  $n$  nur eindeutig, wenn die Funktion  $f$  linear verläuft, unbestimmt, wenn sie von höherer Ordnung ist. Sind jedoch bei beliebiger Funktion  $f$  in dem Integrationsintervall  $T$  die Abweichungen der Augenblickswerte vom Mittelwert klein, so kann die in eine Taylorreihe entwickelte Funktion  $f$  nach dem ersten Glied abgebrochen und somit als linear angesehen werden. Nun sind aber besonders bei grossen Pegelschwankungen nichtlineare Empfängercharakteristiken erwünscht. Somit müsste man das Intervall  $T$  möglichst klein im Verhältnis zur Pegelschwankung wählen. Der kleinste Wert von  $T$  ergibt sich bei maximaler Feldstärke, also bei 5 mA Ausgangsstrom. Für eine Festmenge von 900 mAs ergibt sich

$$T = \frac{900}{5} = 180 \text{ s.}$$

Die Feldstärke kann aber pro Minute bis zu 20mal zwischen zwei Extremwerten schwanken.  $T$  sollte also mindestens auf eine Sekunde verkleinert werden können. Eine Verkleinerung der Festmenge  $Q$  ist jedoch nicht möglich, da die Empfindlichkeit des Messmotors infolge der Reibungsverluste nicht erhöht werden kann. Einer Erhöhung des Arbeitsstromes sind ebenfalls praktische Grenzen gesetzt. Mit einem nichtlinearen Messwertwandler gibt das Gerät demnach nur für sehr langsame Schwankungen vernünftige Resultate. Verwendet man dagegen einen linearen Messwertwandler, so können wohl schnelle Schwankungen erfasst werden, erhält aber infolge der Integration nur eine mittlere Intensität. Alle Feinheiten, vor allem kurzzeitige Extremwerte, gehen verloren.

### 2.4. Metallisiertes Registrierpapier

Ein neueres Verfahren basiert auf der Registrierung des variablen Pegels auf metallisiertes Papier. An Stelle der Schreibfeder sitzt ein Hartmetallstift. Zwischen diesen und die metallisierte Schicht legt man etwa 20 V Gleichspannung, wodurch der Metallbelag durch Funken weggebrannt wird. Die entstehende Spur trennt den Registrierstreifen in zwei Hälften. Bei der Auswertung legt man an die unter dem Kurvenzug liegende Hälfte ein Potential (Fig. 2) und lässt den Streifen unter verstellbaren Abtastfedern durchlaufen. Letztere steuern beim Finden von Potential über Elektronenröhren und Relais impulsbetätigte Statistikzähler.

Für einen Papiervorschub von 6 cm pro Stunde und nicht zu schnelle Pegelschwankungen arbeitet dieses System sehr zuverlässig. Kleine Metallbrücken, die stehenbleiben, können durch beidseitiges Anlegen von etwa 50 V Wechselspannung weggebrannt werden. Immerhin gibt das Prüfen und Vorbereiten der Streifen zusätzliche Arbeit. Für einen Papiervorschub von 1 cm pro Minute und schnelle Schwankun-

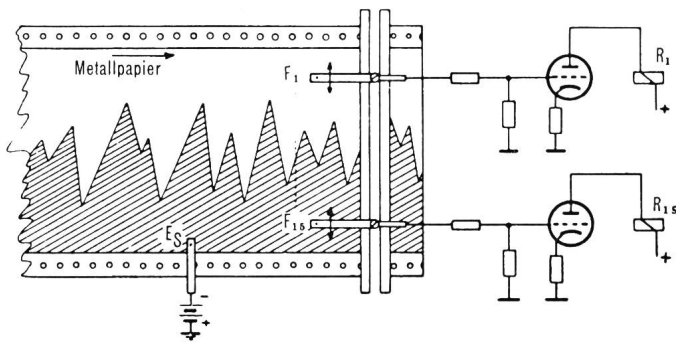


Fig. 2. Automatischer Abtaster zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeitsverteilung

gen wird die Spur nur schlecht ausgebrannt. Die bleibenden Brücken sind nur durch Unterteilung in kleine Abschnitte und mit Spannungen von etwa 100 V unter Zurücklassung grösserer Brandstellen wegzubringen.

Die eben beschriebene Methode steht erst in den Anfängen und ist noch sehr entwicklungsfähig. Vor allem ist im Handel noch kein automatisches Auswertegerät erhältlich. Sehr vorteilhaft wäre diese Methode in Fällen, in denen Registrierungen ohne festes Programm nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet werden sollen. Man hätte dann die Möglichkeit, den Streifen mehrmals durch einen geeigneten Auswertungsautomaten laufen zu lassen.

### 3. Direkt auswertende Geräte

Diese Art Geräte werten direkt den vom Messempfängerausgang gelieferten feldstärkeabhängigen Strom aus. Sie eignen sich besonders für Daueruntersuchungen nach festem Programm, wie sie für die wissenschaftliche Forschung betrieben werden. Aber auch alle andern Untersuchungen lassen sich damit sehr rationell ausführen, da die nachfolgende Auswertung der Papierstreifen wegfällt. Letztere dienen nur noch der Erkennung des Kurvencharakters oder als Dokument, in vielen Fällen kann man überhaupt darauf verzichten.

#### 3.1. Häufigkeitszähler mit Kondensatoraufladung

Ein vom Fernmeldetechnischen Zentralamt Darmstadt entwickeltes Gerät [4] arbeitet nach folgendem Prinzip (Fig. 3):

Der Zeiger eines Drehspuhlmesswerkes bewegt sich als Schleifkontakt über eine zehnteilige Kontaktplatte. Jedes Segment führt auf einen  $8 \mu\text{F}$ -Kondensator. Der jeweils durch den Schleifkontakt verbundene Kondensator wird mit Impulsen von 220 Volt Amplitude, einigen  $\mu\text{sec}$ . Impulsbreite und 50 Hz Impulsfolgefrequenz aufgeladen. Ein Ventil in der Ladeleitung verhindert ein Abfließen der Ladung in den Impulspausen. Nach einer halben Stunde werden die Ladungen mit einem Röhrenvoltmeter abgetastet. Gleichzeitig werden die gemessenen Kondensatoren entladen. Abgetastet wird von Hand oder automatisch über eine Schaltuhr, die jede halbe Stunde ein Schrittschaltwerk betätigt. Der

Ladungszustand der Kondensatoren wird in diesem Fall auf einem Stromschreiber aufgezeichnet.

Über ein Drehspulrelais mit  $15 \mu\text{A}$  Ansprechempfindlichkeit lässt sich ein Zähler steuern. Über- oder unterschreitet der Meßstrom einen einstellbaren Pegel, so erhält der Zähler einen Impuls. Man erhält somit die Zahl der Feldstärkedurchgänge durch ein bestimmtes Niveau, was uns ein Mass für die Schwundfrequenz gibt.

Ein gewisser Nachteil liegt in der Verwendung eines Drehspulsystems mit Schleifkontakt als Geber. Die zusätzliche Reibung führt meist zu ruckweisem Arbeiten. Weiter ist es fraglich, ob sich die erforderliche hohe Isolation über längere Zeit aufrechterhalten lässt.

#### 3.2. Häufigkeitszähler mit registrierendem Kompensator

Ein Schreiber mit Servomotor (Fig. 4), im Prinzip ein registrierender Kompensator mit automatischem Abgleich, kann infolge der hohen Richtkraft von etwa 1 kg mit einem Schleifkontakt und der nötigen Zahl Segmenten ausgerüstet werden. Baut man die Kontakte stark genug, so können direkt Statistikzähler gesteuert werden. Als Impulsgeber dient ein Synchronmotor mit durch Nocken betätigtem Kontakt. Dieses System ist sehr einfach und wird in vielen Fällen vorzügliche Dienste leisten.

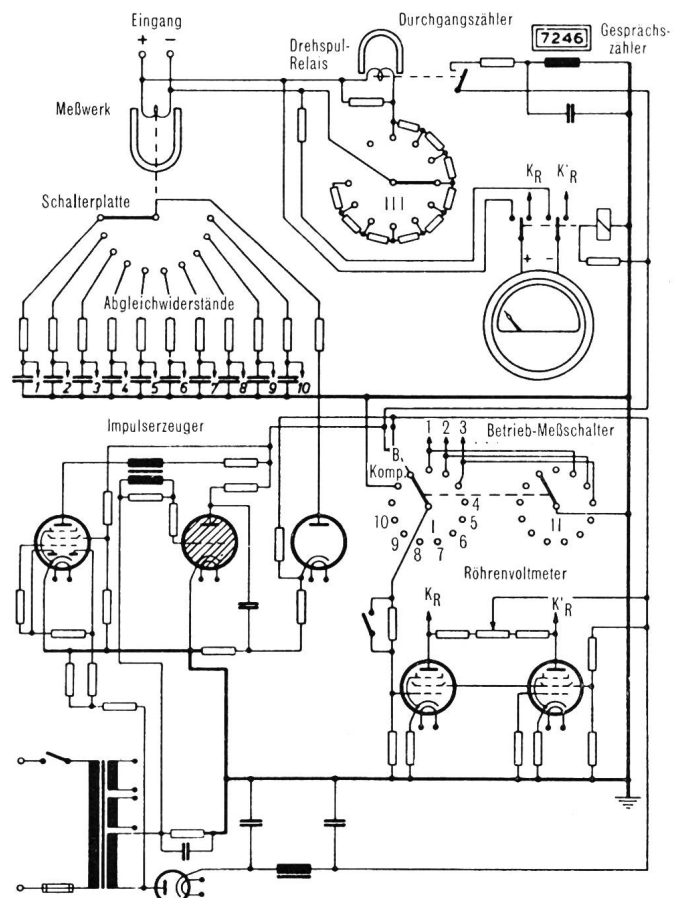


Fig. 3. Schaltbild des Häufigkeitszählers mit Kondensatoraufladung

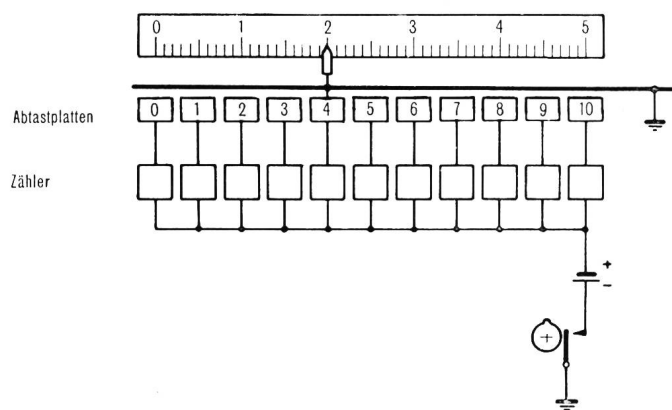


Fig. 4. Häufigkeitszähler mit registrierendem Kompensator

3.3. Schwedischer Signal-Analyser

Ein ebenfalls sehr einfaches Gerät wird von den schwedischen Meßstationen verwendet (Fig. 5). Der zu analysierende Pegel gelangt auf den Spannungsteiler R1 bis R9, dessen Stufen der Reihe nach auf den vorgespannten Gitterkreis eines Thyratrons geschaltet werden. Übersteigt die Stufenspannung einen kritischen Wert, zündet die Röhre, und der jeweils synchron mit der Abtastung in den Anodenkreis geschaltete Zähler erhält einen Impuls.

Als Nachteil ist die relativ hohe Eingangsspannung von 50...100 V zu werten, die den Einsatz eines Gleichstromverstärkers verlangt.

3.4. Amerikanischer Totalizing Recorder

Ein Gerät des amerikanischen National Bureau of Standards (Fig. 6) hat zehn Einheiten, bestehend aus Gleichstromverstärker, bistabilem Multivibrator, Relais und Synchronzeitzähler. Jede Stufe wird auf einen bestimmten Wert eingestellt. Beim Überschreiten dieses Kriteriums wird V2 leitend, das Relais stromlos, und der Zähler wird über den Ruhekontakt eingeschaltet. Ein Oszillator gibt periodisch einen negativen Impuls an alle Einheiten und bewirkt bei den Zählenden eine Rückführung, indem wieder V3 leitend wird, das Relais aufzieht und den Zeitzähler abschaltet. Sehr fraglich ist hier die zeitliche Stabilität des Einsatzpunktes der Stufen infolge der Kennlinienabhängigkeit.

3.5. Integrator

Fig. 7 zeigt einen von der Forschungs- und Versuchsanstalt PTT entwickelten Integrator [1], der besonders für Untersuchungen im Laboratorium dient.

Die minimal notwendige Eingangsspannung von 1 V wird durch einen stabilen Gleichstromverstärker auf 125 Volt gehoben und auf einen Spannungsteiler mit zehn Potentiometern geführt. Letztere geben die abgegriffene Spannung auf Triodensysteme, in deren Anodenkreis Relais zur Steuerung von Zählstromkreisen liegen. Die internen Zähler geben direkt die Häufigkeitsverteilung. Mit externen Zählern lassen sich alle möglichen Auswertungsarten kombinieren.

Die Zählimpulsfolge ist zwischen 0,4 und 30 Sekunden wählbar.

Die Bestimmung und Zählung von Mittelwerten während kurzer Zeitabstände ist mit Hilfe der eingebauten Miller-Integrationsschaltung möglich. Ein besonderer Ausgang erlaubt den Anschluss eines 5-mA-Schreibers.

Wie bei allen Geräten mit Gleichstromverstärkern und andern kennlinienabhängigen Elementen ist die zeitliche Stabilität für Daueruntersuchungen meist ungenügend.

3.6. Pegelanalysator

Prüft man die beschriebenen Methoden auf ihre Eignung, statistische Auswertungen von variablen Pegeln nach festgelegtem Programm über längere Zeiträume (Monate oder Jahre) möglichst rationell und mit kleinstem manuellem Aufwand zu liefern, findet man nichts, das voll befriedigen könnte. Selbstverständlich wäre durch Umkonstruktion vieles zu verbessern. Uns schien es vorteilhafter, eine diesem Zweck angepasste und den folgenden Bedingungen genügende Neukonstruktion zu schaffen:

- Direkte Auswertung;
- Vollautomatischer Betrieb auf unbedienten Stationen während mindestens einer Woche;
- Ohne Verstärker direkt an den gebräuchlichsten 1- und 5-mA-Ausgängen der Messempfänger verwendbar. Ein Schreiber muss noch in Serie geschaltet werden können;
- Möglichst betriebssicher, keine Kennlinienabhängigkeit;
- 10 Perioden pro Minute sollen selbst bei maximal möglicher Amplitude noch auswertbar sein;
- Absolute Unabhängigkeit von Netzspannungsschwankungen innerhalb  $\pm 10\%$ ;

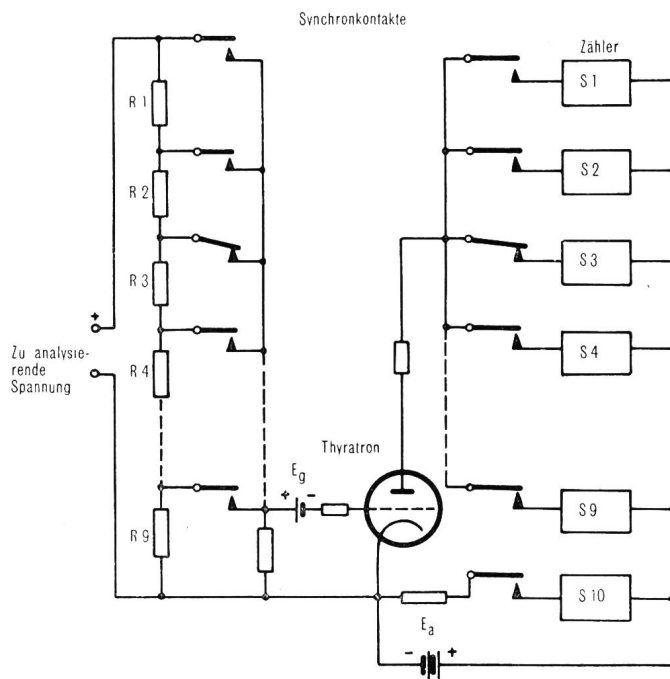


Fig. 5. Prinzip des schwedischen Signal-Analyzers



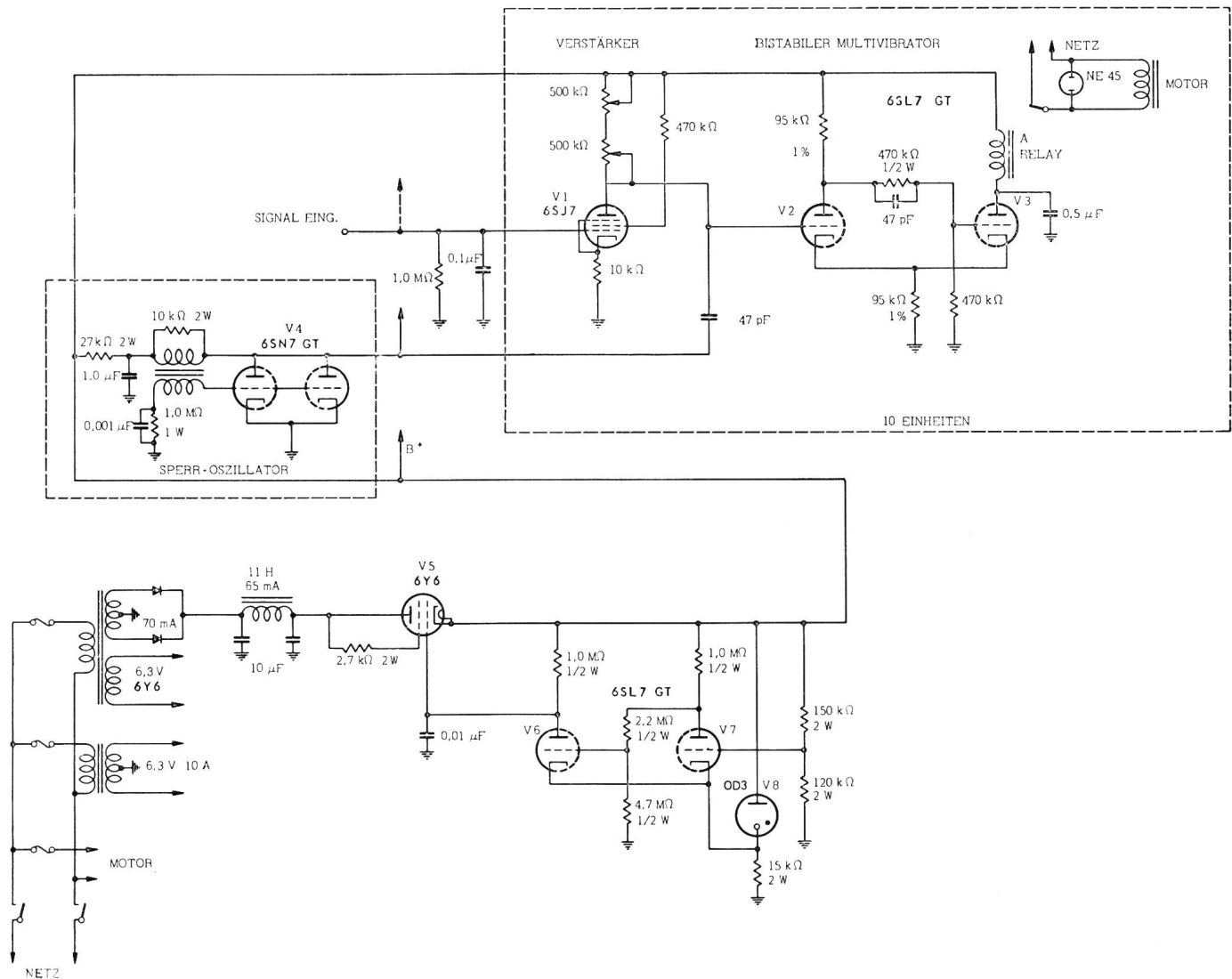


Fig. 6. Amerikanischer totalizing Recorder

- Minimale Störstrahlung, um eine Beeinflussung des Messempfängers zu vermeiden;
- Ansprechgenauigkeit der Stufen besser als 1%, bezogen auf den Skalendendwert;
- Verwendbar in Fahrzeugen;
- Wahlweise Auswertung nach Häufigkeits- oder prozentualer Verteilung;
- Anschlussmöglichkeit für externe Zählerkombinationen.

Zur Erfüllung dieser Forderungen fiel die Wahl auf ein optisches System, das in Verbindung mit Photozellen und Glimmtrioden Statistikzähler steuert.

Der zu analysierende Pegel gelangt auf ein Drehpulsensystem mit Spiegel (Fig. 8). Mit Hilfe einer Optik wird über den Spiegel eine Lichtmarke auf ein Kreisbogensegment mit 20 Schlitzblenden projiziert. Die Auslenkung der Lichtmarke ist proportional dem Instrumentenstrom. Die linear über den Bereich verteilten Schlitzblenden besorgen das Sortieren der Momentanpegel nach ihrer Höhe und geben das auftreffende Licht an eine dahinter angeordnete Photozelle weiter. Die Photozellen lassen sich, je nach der

Geschwindigkeit der Pegeländerung, pro Minute 5-, 7,5-, 10-, 15-, 30- oder 60mal abtasten. Die hierfür notwendigen Impulse liefert ein Synchronmotor mit Nockenscheibe. Ist eine Photozelle im Augenblick der Abtastung belichtet, so zündet die ihr zugeordnete Glimmtriode kurzzeitig und schaltet den in ihrem Kathodenkreis liegenden 4stelligen Statistikzähler um eine Einheit weiter.

Die Zählimpulse jeder Pegelstufe sind extern auf einem Mehrfachstecker für Spezialanwendungen abgreifbar (Zusatzzähler, Regel- oder Alarmeinrichtungen).

Eine eingebaute Programmsteuerung erlaubt die Anpassung an das gewünschte Messprogramm. Sie besteht aus einer Schaltuhr, dem mechanischen Impulsuntersetzer, der die durch den Synchronmotor gelieferten Impulse 1:900 untersetzt, und der aus RC-Gliedern, Germaniumdioden und Glimmtrioden zusammengesetzten eigentlichen Steuerung.

Mit der Schaltuhr lässt sich das Gerät automatisch in Betrieb setzen. Die Ausschaltung erfolgt impuls- genau und unabhängig von der Schaltuhr, wählbar



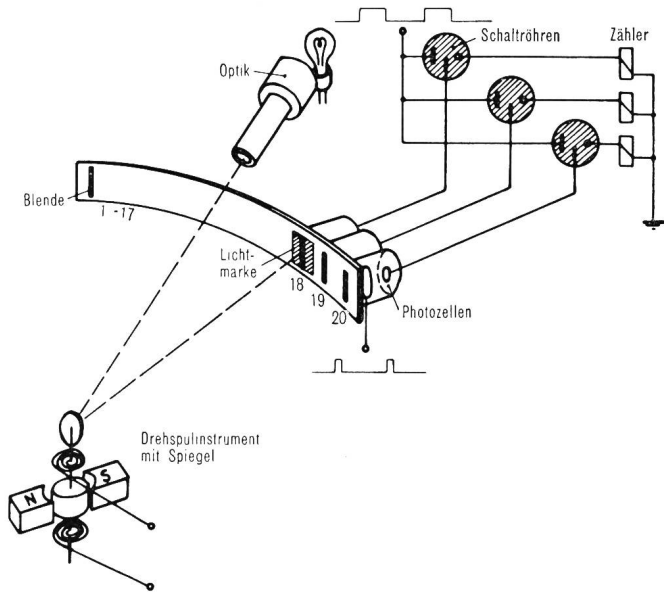


Fig. 8. Prinzip des Pegelanalysators

zwischen 15 Minuten und 48 Stunden. Auch die Dauerregistrierung ist möglich. Mit Hilfe eines Photozusatzes (Fig. 9) können die Zählerstände in wählbaren Zeitabständen ebenfalls impuls genau photographiert und elektrisch auf Null gestellt werden. Damit fällt das Ablesen der Zähler dahin, man hat nur nach etwa 50 Aufnahmen den Film zu wechseln. Ein besonderer Zähler (Z 21) numeriert die photographischen Aufnahmen. Auf einem Beschriftungsstreifen können Daten notiert und mitphotographiert werden.

Mit einem separaten Schaltstromkreis der Schaltuhr kann zum Beispiel der Messempfänger seiner Einlaufzeit entsprechend früher eingeschaltet werden. Der Pegelanalysator selbst braucht keine Einlaufzeit.

Den Bedingungen entsprechend sind zwei Arten von Analysen möglich, die an den Zählern mit einem Umschalter gewählt werden können, und zwar

- a) die Zeit, während der ein bestimmtes Pegel erreicht oder überschritten wird, auch prozentuale Verteilung genannt;
- b) die Zeit, während der ein bestimmtes Pegel tatsächlich vorhanden ist, auch Häufigkeit genannt.

Diese Unterscheidung ergibt sich dadurch, indem bei a) alle Zähler unter der angesteuerten Pegelstufe auch einen Zählimpuls erhalten. Spricht also die Empfindlichkeitsstufe 12 an, so schalten alle Zähler von 1 bis 12 um eine Einheit weiter. Im Gegensatz dazu zählt bei b) immer nur der wirklich angesteuerte Zähler.

Selbstverständlich lässt sich auch die Fläche  $F$  berechnen, die während der betrachteten Zeit  $T$  durch die X-Achse und die Kurve begrenzt wird, nämlich

$$F = \sum_{t_0}^{t_1} (y \cdot \Delta t)$$

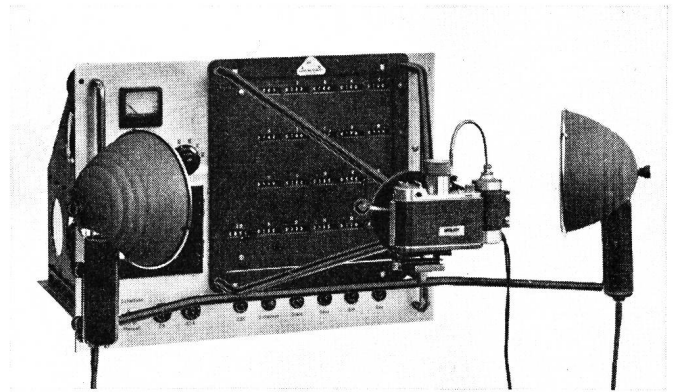


Fig. 9. Pegelanalysator mit Photozusatz

wobei:

$$\Delta t \text{ Abtastintervall}$$

$$y = \text{Momentanpegel}$$

Für Einstellung nach a) ergibt sich:

$$F = \Delta t \sum_1^{20} Z$$

wobei:

$$Z = \text{Zählerstand,}$$

$$\Delta t = \text{Abtastintervall in Sekunden.}$$

Der arithmetische Mittelwert  $M$  des analysierten Pegels berechnet sich dann nach

$$M = \frac{F}{T}$$

Für  $T$  ist die betrachtete Zeit in Sekunden einzusetzen.

Die Basis für die statistische Weiterverarbeitung ist die statistische Verteilungskurve, die man sehr rationell auf folgende Art erhält: Mit Hilfe eines Kleinbildprojektors übertragen wir die auf dem Film festgehaltenen Zählerstände direkt auf ein Diagramm-

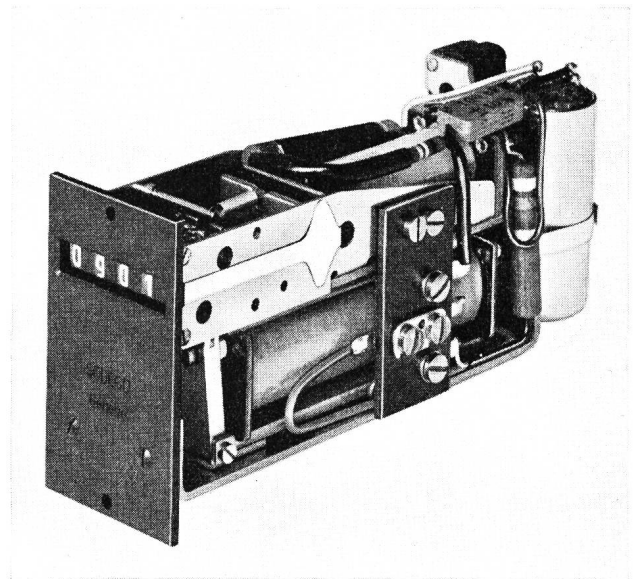


Fig. 10. Steckbare Zählinheit



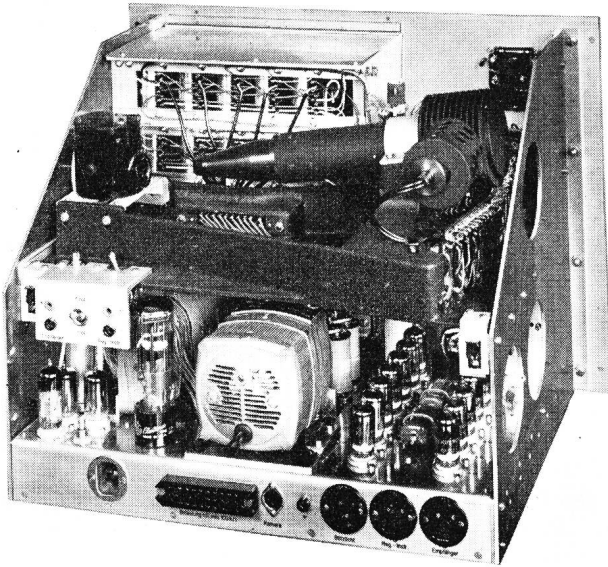


Fig. 11. Pegelanalysator von hinten

papier mit Wahrscheinlichkeitsnetz. Ein parallel verschiebbarer Abszissenmaßstab, direkt mit den entsprechenden Zählereinheiten angeschrieben, erlaubt schnelles und sicheres Arbeiten ohne Umrechnung. Die manuelle Arbeit lässt sich damit auf 2...5 Minuten pro Auswertung reduzieren, und die Fehlermöglichkeiten sind ebenfalls gering. Gegenüber anderen Methoden ist eine frappante Arbeitseinsparung möglich, was denn auch – auf lange Zeit gesehen – die höheren Anschaffungskosten gegenüber einer einfacheren Lösung rechtfertigt.

In bezug auf die Konstruktion ist hervorzuheben, dass jeder Statistikzähler mit der zugeordneten Glimmtriode und den Schaltelementen zu einer leicht auswechselbaren Steckereinheit zusammengefasst ist (Fig. 10), desgleichen der optische Teil (Fig. 11) mit den Photozellen sowie dem Synchronmotor mit der Nockenscheibe und den Impulskontakten. Fig. 12 zeigt das Gerät ohne Photozusatz von vorn.

Durch die konsequente Anwendung von Kaltkathodenröhren ergibt sich eine hohe Betriebssicherheit. Dieses Gerät ist ein typisches Beispiel dafür, wie viele Probleme heute, anstatt mit den konventionellen Elektronenröhren und Relais, elegant und einfach mit den robusten Kaltkathodenröhren lösbar sind. Betrachtet man das Gerät in bezug auf seine Stabilität, so findet man nirgends eine Kennlinienabhängigkeit. Es arbeitet durchwegs mit Ein-Ausfunktionen. Das Ansprechkriterium der Stufen ist durch die Schlitzblenden mechanisch festgelegt und kann sich nicht ändern. Die infolge der endlichen Schlitzbreite mögliche Unsicherheit ist kleiner als

0,5% vom Endwert. Somit hängt die Genauigkeit nur vom Drehspulinstrument ab.

Der Pegelanalysator wird in der beschriebenen Ausführung serienmässig hergestellt und kann infolge seiner Anpassungsfähigkeit in allen Zweigen der Forschung eingesetzt werden. Durch die Anschlussmöglichkeit externer Zählerkombinationen lassen sich selbst kombinierte Auswertungen bewältigen. Mit entsprechenden Messwertwandlern können auch mechanische, hydraulische, radioaktive Schwankungen usw. analysiert werden. Zum Analysieren von Pegeln, die ihre Polarität ändern, kann der Nullpunkt der Lichtmarke zwischen beiden Skalenextremwerten beliebig eingestellt werden. Müssen kleinste Pegel leistungslos untersucht werden, lässt sich dem Analysator ein Kompensationsverstärker mit 5-mA-Ausgang vorschalten. Infolge des Kompensationsprinzips bleibt die hohe Stabilität erhalten.

Für die Verwendung bei Feldstärkemessungen im fahrenden Fahrzeug sollten die Abtast- und Steuerimpulse wegstreckenabhängig sein. Zu diesem Zweck ersetzt man den steckbaren Impulsgeber mit Synchronmotor durch einen mit dem Tachometerantrieb verbundenen Geber.

#### Bibliographie

- [1] G. Fontanellaz und E. Wey. Zwei neue Geräte für statistische Messungen. Techn. Mitt. PTT 1954, Nr. 3, S. 87...94.
- [2] F. Ferrari. Registrieren und Auswerten. Verfahren, Geräte und Anwendungen der statistischen Messtechnik. Z. VDI 94 (1952), 101...107.
- [3] G. Boré und W. Rappaport. Über die Eignung des Festmengenregistrierverfahrens für die Ausbreitungsforschung. Fernmeldetechn. Z. (FTZ) 1953, Heft 1, S. 33...36.
- [4] J. Grosskopf. Statistische Untersuchungen an Kurzwellenübertragungswegen. Fernmeldetechn. Z. (FTZ) 1953, Heft 8, S. 373...378.

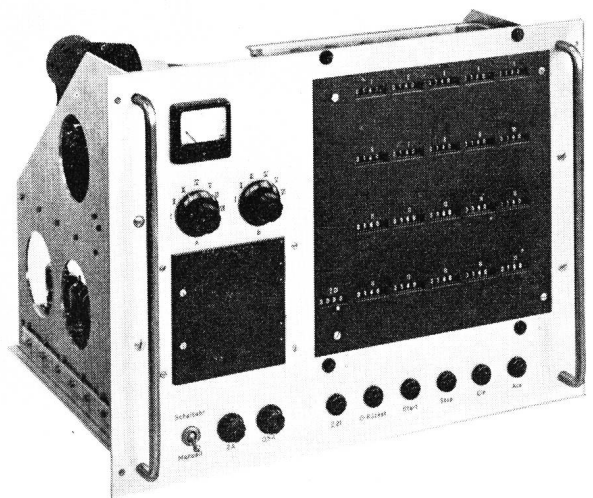


Fig. 12. Frontansicht des Pegelanalysators