

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 48 (1957)
Heft: 26

Artikel: Anwendung der Stichprobenprüfung
Autor: Ortlieb, I.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1058708>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

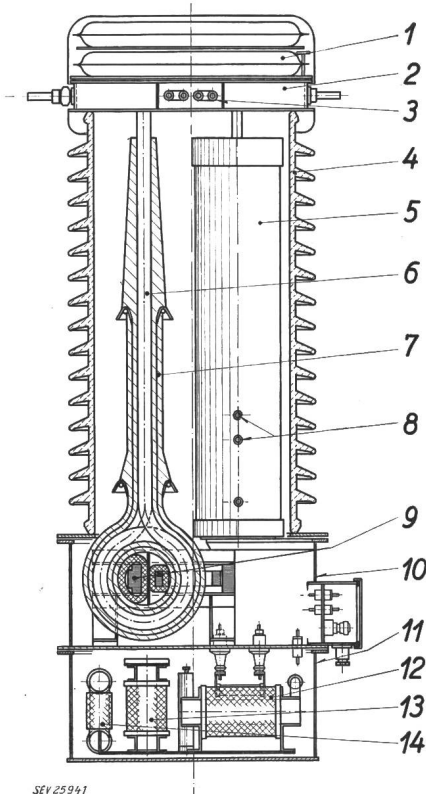
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Das Fehlerdiagramm in Fig. 17b setzt sich aus folgenden Vektoren zusammen:

- E_{C20} Spannung am Kondensator C_2 , sie wird aus den Kapazitäten C_1, C_2 und C_3 errechnet und würde an C_2 auftreten, wenn der Spannungswandler Tr unbelastet wäre und keinen Eigenverbrauch hätte.
- $E_{S\lambda'}$ die auf die Primärseite des Spannungswandlers reduzierte Sekundärspannung bei Belastung
- ϵ_{C2} durch den Belastungsstrom $I_B + I_0$ bedingte Spannungserhöhung am Kondensator C_2
- $\epsilon_{\lambda D}$ induktive Komponente der Spannung an der Drosselspule D beim Durchgang des Stromes $I_B + I_0$
- ϵ_{rD} Ohmsche Komponente der Spannung an der Drosselspule D beim Durchgang des Stromes $I_B + I_0$



SEV 25941

Fig. 18

Innerer Aufbau einer kapazitiven Messgruppe

- 1 elastischer Luftabschluss; 2 Ölausdehnungsgefäß; 3 Stromwandler-Primärumschaltung; 4 Isolator; 5 Hochspannungskondensator in Isolierrohr; 6 Stromwandlerprimärwicklung; 7 Kabelpapierisolation mit Potentialeinlagen; 8 Kondensatoranzapfungen (C_2, C_3); 9 Stromwandler Sekundärkerne; 10 oberer Kessel; 11 unterer Kessel; 12 sekundärer Spannungswandler; 13 Kompensationsdrosselspule; 14 HF-Drosselspule

- ϵ_{r0Tr} Ohmscher Spannungsabfall der Primärwicklung von Tr bedingt durch den Leerlaufstrom I_0
- $\epsilon_{\lambda 0Tr}$ induktiver Spannungsabfall der Primärwicklung von Tr bedingt durch den Leerlaufstrom I_0
- ϵ_{rTr} totaler Ohmscher Spannungsabfall des Spannungswandlers beim Belastungsstrom I_B
- $\epsilon_{\lambda Tr}$ totaler induktiver Spannungsabfall des Spannungswandlers beim Belastungsstrom I_B
- ϵ_{RCS} Spannungsabfall am Kompensationswiderstand R_{CS} hervorgerufen durch den Primärstrom I_p .

Da die beiden Vektoren ϵ_{C2} und $\epsilon_{\lambda D}$ sehr viel grösser sind als alle übrigen Fehlerkomponenten, ist es von grösster Wichtigkeit, dass sich $C_2 + C_1$ und D wirklich in Resonanz befinden. Dieser Umstand bedingt aber gerade die grosse Frequenzabhängigkeit der Messfehler eines kapazitiven Spannungswandlers. Sind $C_2 + C_1$ und D auf 50 Hz abgestimmt, so ergibt eine Frequenzvariation von $\pm 0,75$ Hz, wie sie durch die neuen VDE-Vorschriften festgelegt ist, schon ganz bedeutende zusätzliche Fehler, wie in Fig. 17b gestrichelt angedeutet. Eine solche Frequenzabhängigkeit kennt der magnetische Spannungswandler nicht.

Fig. 18 zeigt den inneren Aufbau einer kapazitiven Messgruppe. Der Hochspannungskondensator ist in einem separaten Isolierzylinder eingebaut, der vollständig geschlossen ist. Eine Metallmembrane kompensiert die Ausdehnung seines Ölbad, das also mit dem übrigen Öl der Messgruppe nicht in Berührung kommt. Sein aktiver Teil besteht aus einer grossen Zahl gleicher, in Serie geschalteter Kondensatoreinheiten. Eine auf die Messgruppe auftreffende Stoßspannung verteilt sich deshalb linear über den ganzen Kondensator. Die Stoßspannungsverteilung stimmt also genau mit der Spannungsverteilung bei Netzfrequenz überein, weshalb auch hier keine örtlichen Überbeanspruchungen auftreten. Der Hochspannungskondensator ist aber nicht nur absolut stoßsicher, sondern er beeinflusst sogar die Stoßspannung im günstigen Sinn, indem er ihr Energie entzieht und sie damit abflacht. In der Messgruppe wird der gleiche Stromwandler verwendet wie bei der magnetischen Messgruppe.

Die kapazitive Messgruppe wird den gleichen Prüfungen unterworfen wie die magnetische.

Adresse des Autors:

Dipl. Ing. W. Ringger, Vizedirektor, Emil Haefely & Cie. A.-G., Basel.

Anwendung der Stichprobenprüfung

Von I. Ortlieb, Zürich

658.562a.6 : 519.24

Die Stichprobenprüfung dient der Beurteilung der Qualität einer gegebenen Menge fertiger, schon fabrizierter oder noch weiter zu bearbeitender Stücke, ohne dass eine Vollkontrolle durchzuführen ist. Im folgenden werden die für die Praxis wichtigen Stichprobenpläne beschrieben und zwar der einfache, der doppelte und der fortgesetzte Stichprobenplan.

1. Einleitung

Die Anwendung der statistischen Methoden ist sehr vielseitig. Die beiden grundsätzlichen Methoden sind die Qualitätskontrolle mittels Kontrollkarten und die Stichprobenprüfung.

Pour juger de la qualité d'une quantité donnée de pièces finies, déjà fabriquées ou encore à usiner sans en faire le contrôle complet, on se sert de l'estimation sur échantillon. Sont traités, dans ce qui suit, les schémas les plus importants pour la pratique, soit les schémas simple, double et progressif.

Die erste Methode dient hauptsächlich der Feststellung, ob die während der laufenden Produktion beobachteten Abweichungen zufälliger oder systematischer Natur sind. Demzufolge ist auch das hauptsächlichliche Anwendungsgebiet die Kontrolle

des Fabrikationsprozesses und dessen Steuerung, damit Ausschuss nach Möglichkeit vermieden wird. Sind die Abweichungen systematischer Natur, so ist in den Prozess einzugreifen.

Im Gegensatz dazu dient die zweite Methode, die Stichprobenprüfung, der Beurteilung der *Qualität einer gegebenen Menge* fertiger, schon fabrizierter oder noch weiter zu bearbeitender Stücke, ohne dass eine Vollkontrolle durchgeführt werden muss. Die Menge fertiger Teile wird mit Los oder Partie bezeichnet. Das hauptsächliche Anwendungsgebiet ist die Kontrolle eines Zwischen- oder Endproduktes, nicht zuletzt zwischen den Abteilungen eines Betriebes oder gar zwischen Lieferant und Abnehmer.

2. Die Stichprobe und deren Entnahme

a) Die Stichprobe

Sehr häufig sieht man sich in der Praxis vor die Aufgabe gestellt, eine grosse Stückzahl von Massengütern zu prüfen: man denke z. B. an die Schlusskontrolle in einem Werk der Gross-Serienfertigung oder an die Eingangsprüfung von Massengütern wie Normteilen. Kaum wird es einem wirtschaftlich denkenden Betriebsmann einfallen, ein Los von 10 000 angelieferten Zylinderstiften 100%ig kontrollieren zu lassen, sondern er wird eine Stichprobenprüfung anordnen. Mit Hilfe der modernen statistischen Mittel ist man nämlich in der Lage, von der Stichprobe auf das Los zu schliessen. Sicherlich wird man auf diese Weise eine grosse Einsparung an Kontrollkosten erreichen, muss hingegen auch gewisse Unsicherheiten in Kauf nehmen.

Mit «gut» wird ein Los bezeichnet, wenn die daraus entnommene Stichprobe, welche z. B. 100 Teile umfasst, weniger als 3 fehlerhafte Teile enthält; mit «schlecht» wird das Los bezeichnet, wenn die Stichprobe mehr als 3 fehlerhafte Teile enthält, 3 wird dabei als Kriterium bezeichnet; es gibt die Zahl fehlerhafter Teile an, die für die Annahme des Loses gerade noch erlaubt ist.

Ein Fabrikant offeriert seinem Kunden eine Menge Ware (Los), unter der Voraussetzung, dass die Annahme oder Verweigerung des gesamten Loses von der Prüfung einer Stichprobe abhängig gemacht wird. Die erste festzusetzende Bedingung bildet die Festlegung der Kriterien für die Annahme des Loses, die Qualitätsanforderungen also, denen die Stücke zu genügen haben. Die Festlegung dieser Grenzen ist eine Angelegenheit, die zwischen Fabrikant und Lieferant vereinbart werden kann.

Als nächstes ist zu überlegen, dass durch die Stichprobenprüfung Unsicherheiten auftreten. Manchmal weist die Stichprobe eine tiefere Qualität auf als das restliche Los, wodurch dieses ungerechterweise zurückgewiesen wird; andererseits kann die Stichprobe eine bessere Qualität als das Los aufweisen und zur Annahme des Loses führen, obwohl es eigentlich zurückgewiesen werden sollte. Die Beteiligten, Fabrikant und Kunde, müssen die Höhe ihrer Fehlschluss-Risiken festlegen, d. h. der Fabrikant muss das Risiko einer allfälligen Rückweisung

und der Kunde das einer irrigen Annahme kennen. Für diese Risiken werden meist niedrige Werte von 5 oder 10 % eingesetzt, die von den am Geschäft Beteiligten, d. h. vom Produzenten und vom Kunden, festgelegt werden müssen.

b) Die Entnahme der Stichprobe

Bei der Entnahme der Stichprobe ist ein sorgfältiges Vorgehen notwendig. Es ist durchaus denkbar, dass ein Los mit z. B. 50 000 Nietnägeln Exemplare enthält, die von verschiedenen Maschinen hergestellt sind und infolgedessen verschiedene Qualitäten besitzen. Es ist deshalb erforderlich, dass bei einer Stichprobe die Elemente an verschiedenen Stellen entnommen werden. In der Praxis wird man die Stichprobe aus 5 bis 10 Handvoll Nietnägeln zusammensetzen, die man absichtlich verschiedenen Stellen des Loses entnommen hat.

c) Die Wahrscheinlichkeit

Die Stichprobenkontrolle beruht auf der Grundlage der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Werden aus einem Behälter mit sehr vielen guten und schlechten Teilen mehrere gleich grosse Stichproben herausgegriffen und wird innerhalb dieser Stichprobe jeweils der Anteil der schlechten Teile bestimmt, so ist festzustellen, dass die Ausschussanteile in den einzelnen Stichproben nicht gleich gross sind, sondern dass sie um einen bestimmten Mittelwert schwanken. Diese Schwankungen sind Einwirkungen des Zufalles, und sie bringen die genannte Unschärfe in die Aussage einer Stichprobe hinein.

3. Die verschiedenen Stichprobenpläne

Nach Möglichkeit möchte man der kontrollierenden Instanz eine deutliche Vorschrift geben: Man nehme eine Stichprobe im Umfang von n_1 Stück; das Los ist brauchbar, wenn nicht mehr als d_1 schlechte Elemente angetroffen werden. Das Los ist zurückzuweisen, wenn diese Anzahl d_1 überschritten wird. Die Zahl d_1 ist das Kriterium für die Annahme des Loses. Neben diesem «einfachen Stichprobenplan» existieren noch der «doppelte» und der «fortgesetzte» Stichprobenplan.

a) Der einfache Stichprobenplan

Dieser ist schematisch in Fig. 1 und 2 dargestellt. Längs der Abszisse in Fig. 1 ist die Anzahl untersuchter Einheiten n aufgetragen, längs der Ordinate die Anzahl während der Prüfung gefundener Ausfallsexemplare d . Der Schirm Sch , der als Grenzlinie aufzufassen ist, ist bei der festgesetzten Stichprobengrösse n_1 aufgestellt. In diesem Diagramm kann man nun das Ergebnis einer Stichprobenuntersuchung während ihrer Durchführung schrittweise verfolgen, denn bei jedem guten Exemplar geht man einen Schritt nach rechts, und bei jedem Ausfallsexemplar geht man einen Schritt nach rechts und einen Schritt nach oben. Der Verlauf der Prüfung wird so durch einen treppenförmig verlaufenden Weg, den sog. Zufallsweg, wiedergegeben. Werden verschiedene Stichproben aus demselben Los gezogen, so werden die Zufallswege nicht zusammenfallen; sie werden aber ungefähr die gleiche

c) Der fortgesetzte Stichprobenplan

Dieser ist in Fig. 5 und 6 dargestellt. Es ist klar, dass man auf dem Wege, der vom einfachen zum doppelten Stichprobenplan führt, noch weiter fort-schreiten und 3-, 4- oder allgemein m -fache Stichprobenpläne entwickeln kann. Ins Unendliche fort-

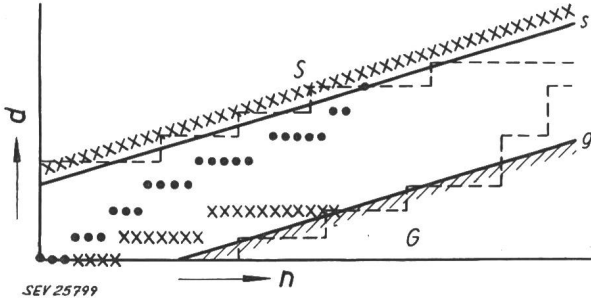


Fig. 5

Zufallsweg beim fortgesetzten Stichprobenplan

d Zahl der Ausfall-exemplare; n Anzahl untersuchte Einheiten; g, s Grenzlinie «gut» bzw. «schlecht»; G, S Feld «gut» bzw. «schlecht»

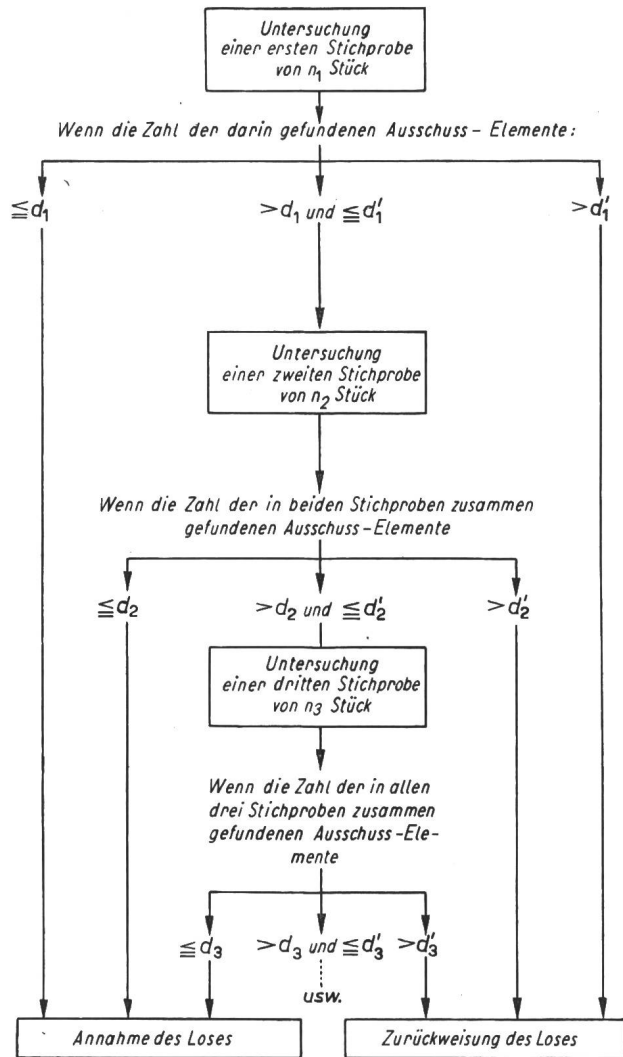


Fig. 6

Vorgehen beim fortgesetzten Stichprobenplan

(Dieser wird in der Praxis so aufgestellt, dass das Resultat im ungünstigsten Falle z. B. nach der achten Teilstichprobe n_8 erzwungen wird)

Bezeichnungen siehe Fig. 3

gesetzt, führt dies zum «unbestimmten Stichprobenplan», der durch 2 parallele Linien beschrieben wird. Das Prinzip ist, dass man die Untersuchung so lange fortsetzt, bis der Zufallsweg eine der Grenzlinien g oder s überschreitet. Ist es die untere Linie, so wird das Los angenommen, ist es die obere Linie, so wird das Los zurückgewiesen. Hier wollte man also einen Stichprobenplan finden, bei dem man mit der Prüfung aufhört, sobald genügend Daten zur Fällung eines Urteils zusammengebracht sind. Die Bezeichnung «unbestimmt» bringt die Tatsache zum Ausdruck, dass am Anfang der Prüfung die Anzahl zu prüfender Teile unbestimmt ist; diese Anzahl hängt nämlich ganz vom Ergebnis ab, das bei der Prüfung erzielt wird. (Da die Gesamtzahl der Ausfall-exemplare nie grösser sein kann als die Zahl der geprüften Einheiten, kann der Zufallsweg die 45°-Grenze nie überschreiten.)

In der Praxis ersetzt man jedoch die beiden Geraden g und s durch je eine Treppenkurve. Man sorgt dafür, dass der Raum zwischen beiden Treppenkurven nach oben verengt ist. Man erzwingt dadurch, dass die Prüfung nach einer bestimmten Anzahl von untersuchten Teilen zum Ergebnis führt. In diesem Falle wählt man Teilstichproben von z. B. 8×50 Teilen. Nach der 8. Teilstichprobe endet der Zufallsweg sicher entweder auf der oberen oder dann auf der unteren Treppenkurve. In den meisten Fällen endigt der Zufallsweg jedoch schon vor der 8. Teilstichprobe. Diese Art der Prüfung wird meist mit «Folgetest» oder mit «fortgesetztem Stichprobenplan» bezeichnet.

In Fig. 2, 4 und 6 ist schematisch dargestellt, wie bei den einzelnen Stichprobenplänen vorzugehen ist. Als Regel gilt dabei: Wird ein Los auf Grund einer Stichprobenprüfung zurückgewiesen, so ist es 100%ig zu kontrollieren, und die fehlerhaften Teile darin sind zu reparieren oder durch gute Teile zu ersetzen.

4. Die Wahl eines Stichprobenplanes

Vergleich der verschiedenen Stichprobenpläne

Tabelle I

Merkmal	Einfacher Plan	Doppelter Plan	Fortgesetzter Plan
Annahme-Wahrscheinlichkeit für die Annahme	nur 1 Möglichkeit für die Annahme	2 Möglichkeiten für die Annahme	Mehrere Möglichkeiten für die Annahme, aber unbestimmte Zahl von Teilstichproben
Anzahl der pro Los untersuchten Einheiten	Im allgemeinen am grössten	Gewöhnlich (aber nicht immer) 10...50 % weniger als mit einfachem Stichprobenplan	Gewöhnlich (aber nicht immer) 20 % weniger als mit doppeltem Stichprobenplan
Administrative Kosten, Einübung des Kontrollpersonals	Kosten am kleinsten	Kosten grösser als beim einfachen Stichprobenplan	Kosten am grössten

In Tabelle I sind die drei verschiedenen Stichprobenpläne zusammengestellt. Gegenüber dem einfachen Stichprobenplan bietet der doppelte Plan die Vorteile, dass einem Los eine zweite Erfolgsgelegenheit gegeben wird, wenn eine erste Prüfung ein zweifelhaftes Ergebnis geliefert hat, und dass eine Einsparung in der Anzahl Beobachtungen erreicht wird, weil bei der Anwendung des doppelten Stichprobenplanes ausgesprochen gute und ausgesprochen schlechte Lose bereits nach der ersten Stichprobe erkannt werden. Als Nachteil des doppelten Planes gegenüber dem einfachen Plan ist die grössere Kompliziertheit zu bezeichnen. Das äussert sich in der grossen Datenzahl, die erforderlich ist, um einen doppelten Plan zu bestimmen: nämlich zwei Stichprobengrössen n_1 und n_2 und 3 Kriterien d_1 , d'_1 und d_2 . (Die Praxis vereinfacht in vielen Fällen in dem Sinne, dass sie $n_1 = n_2$ und $d'_1 = d_2$ wählt, d. h. dass der Umfang der zweiten Stichprobe gleich gross ist wie derjenige der ersten, und dass das Kriterium für die Zurückweisung für die erste und zweite Stichprobe gleich gross gewählt wird. Zur Bestimmung eines doppelten Stichprobenplanes sind somit statt 5 Werte nur deren 3 anzugeben.)

Beim fortgesetzten Stichprobenplan hört man mit der Prüfung auf, sobald genügend Daten zur Fällung eines Urteils zusammengebracht sind. Hierdurch kann eine grössere Einsparung in der Anzahl der Einzelbeurteilungen erzielt werden. Bei diesem Plan ist deshalb die Zahl der pro Los untersuchten Teile am kleinsten. Ferner hat dieser Plan den Vorteil, dass einem Los noch weitere Erfolgsmöglichkeiten gegeben werden, falls die vorherige Prüfung ein zweifelhaftes Resultat geliefert hat.

Auf Grund des Vorstehenden kann man erwarten, dass der doppelte Stichprobenplan durchschnittlich mit weniger Einzelbeobachtungen auskommt als der einfache, und der fortgesetzte Plan wieder mit weniger als der doppelte. Man könnte vielleicht meinen, dass der unbestimmte Plan unter allen Umständen den Vorzug verdient, weil er die geringste Anzahl Einzelbeurteilungen verlangt; aber dies ist keineswegs der Fall, denn der fortgesetzte Stichprobenplan ist administrativ am kompliziertesten.

Der *Produzent* verlangt, dass der Stichprobenplan so aufgestellt wird, dass nur wenige gute Lose eine negative Beurteilung erfahren.

Der *Abnehmer* verlangt, dass keine schlechten Lose eine positive Beurteilung erfahren.

Die *kontrollierende Instanz* verlangt, dass die Kosten der Prüfung möglichst niedrig sind.

Bei der Wahl eines Stichprobenplanes wird man daher bestrebt sein müssen, diesen drei in gewissem Sinne entgegengesetzten Wünschen Rechnung zu tragen.

Ist die Prüfung aber so gestaltet, dass jedes geprüfte Element verloren geht, z. B. wie bei der Bestimmung der Durchschlagsspannung von Kondensatoren oder bei mechanischen Festigkeitsmessungen (Zerreiissfestigkeit) — dann ist Beschränkung der Stichprobengrösse geboten; ein doppelter oder fortgesetzter Stichprobenplan ist in diesem Falle am Platze.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich bei der Stichprobenprüfung für den Praktiker zwei Fragen erheben:

1. Da die Aussage-Sicherheit mit der Zahl der pro Stichprobe geprüften Einheiten wächst, ist abzuklären, wie gross der Umfang der Stichprobe zu wählen ist, um eine gewünschte Sicherheit zu erhalten.

2. Welche Stücke sollen aus einer grossen Zahl von Elementen gewählt werden, um sie als Stichprobe verwenden zu können? Wie ist man sicher, wirklich eine die Gesamtheit repräsentierende Stichprobe gezogen zu haben?

Auf die 1. Frage gibt die technische Statistik erschöpfende Auskunft. Man bedient sich tabellierter Zahlen (s. Literatur-Verzeichnis).

Die 2. Frage ist genau so einfach zu beantworten: Die Stichprobe ist zufallsmässig zu entnehmen. Man vermeide also jede Gesetzmässigkeit, was beispielsweise mit dem Auswürfeln erreicht werden kann. Für höhere Ansprüche dient eine tabellierte Reihe von Zufallszahlen, welche das Würfeln erspart.

Literatur

- [2] Dodge, H. F. und H. G. Romig: Sampling Inspection Tables; Single and Double Sampling. New York: Wiley; London: Chapman & Hall 1949.
- [3] Mothes, J.: Techniques modernes de contrôle des fabrications. Paris: Dunod 1952.
- [4] Grant, E. L.: Statistical Quality Control. New York: Mc Graw-Hill 1946.
- [1] Statistical Research Group, Columbia University: Sampling Inspection. New York und London: McGraw-Hill 1948.
- [5] Linder, A.: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. 2. erw. Aufl. Basel: Birkhäuser 1951.
- [6] Graf, U. und H. J. Henning: Statistische Methoden bei textilen Untersuchungen. Berlin: Springer 1952.
- [7] Weber, E. A.: Statistische Methoden der Fabrikationskontrolle. Industr. Organ. Bd. 20(1951), Nr. 8, S. 227...237.
- [8] Wagner, G.: Statistische Grundlagen der Stichprobenprüfung in der Mengenfertigung. Werkstattstechn. u. Maschinenbau Bd. 41(1951), Nr. 7, S. 270...276.

Adresse des Autors:

Dr. sc. techn. I. Ortlieb, Betriebswissenschaftliches Institut der ETH, Leonhardstrasse 33, Zürich 6.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Eine schweizerische Neuentwicklung auf dem Gebiete der Elektronik

621.314.7

Der Transistor ist in den letzten Jahren als ein neues Verstärker- und Schaltelement immer mehr aufgekommen und ist geeignet, die Funktionen der allgemein bekannten Elektronenröhren in gewissen Schaltungen zu übernehmen. Obschon noch kein Jahrzehnt seit der Entdeckung des Transistors vergangen ist, wird er heute schon in sehr grossen Stückzahlen hergestellt. Seine besonderen Vorzüge gegenüber der Elek-

tronenröhre sind die kleinen Abmessungen, der Wegfall der Heizleistung und die niedrige Speisespannung. Diese Eigenschaften ermöglichen eine sehr gedrängte Bauweise bei geringer Erwärmung der Geräte. Den Vorteilen stehen natürlich auch Nachteile gegenüber, unter denen die Temperaturabhängigkeit der elektrischen Charakteristiken an erster Stelle steht. Die heute üblichen Flächentransistoren können auch nur eine relativ geringe Frequenzbandbreite verarbeiten. Die Elektronenröhren werden daher durch den Transistor nicht verdrängt, sondern ergänzt.