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

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

Band: 41 (1963)

Heft: 1

Artikel: Die Stichporbentechnik bei den PTT : kurze theoretische Erläuterung und Darstellung eines Beispiels aus der Postpraxis = La technique des sondages dans l'entreprise des PTT : brève explication théorique et exposé d'un example tiré de la pratique du serv...

Autor: Baumgartner, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-874313

H. Baumgartner, Bern 519.24:656.8

Die Stichprobentechnik bei den PTT

Kurze theoretische Erläuterung und Darstellung eines Beispiels aus der Postpraxis

La technique des sondages dans l'entreprise des PTT

Brève explication théorique et exposé d'un exemple tiré de la pratique du service postal

Das Stichprobenverfahren hat neben dem zunehmenden Einsatz elektronischer Rechenaggregate im letzten Jahrzehnt die statistische Technik ohne Zweifel am eindrücklichsten revolutioniert und rationalisiert. Es hat den Anwendungsbereich der Statistik wesentlich erweitert und in erstaunlicher Weise deren Aussagefähigkeit vertieft. Noch herrschen jedoch in weiten Kreisen über Wesen und Funktionsweise der Stichproben falsche und einseitige Anschauungen vor, so dass es dem interessierten Laien erfahrungsgemäss eher schwer fällt, sich über die Möglichkeiten und Grenzen dieses neuzeitlichen Verfahrens der Datenbeschaffung sachgemäss ins Bild zu setzen.

Die grosse Bedeutung erkennend, die dem Stichprobenverfahren für den vorwiegend durch Massenverkehr charakterisierten Postbetrieb zukommt, haben verschiedene Postverwaltungen in den letzten Jahren entsprechende Studien und Versuche durchgeführt; gleichzeitig hat über diese Probleme im Rahmen des Weltpostvereins ein verstärkter Erfahrungsaustausch eingesetzt.

Die nachfolgenden Ausführungen haben das Ziel, an einem Beispiel aus der schweizerischen Postpraxis zu veranschaulichen, wie eine solche Stichprobenuntersuchung aussehen kann. Zum bessern Verständnis sei vorerst summarisch an die theoretischen Grundlagen des mathematischen Stichprobenverfahrens erinnert.

1. Was versteht man unter einer Stichprobe?

1.1. Begriffsbestimmung

Allgemein versteht man unter dem Ausdruck Stichprobe (St) eine Entnahme aus einer umfassenderen Ausgangsgesamtheit, deren Wesen man erforschen will. Die Stichproben gehören somit ins Gebiet der statistischen Teilerhebungen. Sie unterscheiden sich von den übrigen Kurz- oder Repräsentativzählungen besonders durch die Eigenart des Auswahlverfahrens, das ihren Ergebnissen einen erhöhten Aussagewert verleiht. Durch das genügende Spielenlassen des Zufallsmomentes bei der Auswahl, ist es bei den Stichproben möglich, den Fehler, welcher der Teilerhebung anhaftet, zu berechnen. Das mathematische Fundament bildet die Wahrscheinlichkeitsrechnung. Gegenüber allen übrigen Teilerhebungen zeichnen sich Stichproben gerade durch diese Möglichkeit der Fehlerberechnung aus.

A côté de l'emploi toujours plus fréquent de calculatrices électroniques, au cours de cette dernière décennie, c'est le procédé par sondages qui a certainement le plus révolutionné la technique de la statistique. Il a largement étendu la portée de la statistique et accru de manière surprenante le nombre de renseignements qu'elle peut donner. On trouve cependant encore dans de nombreux milieux une conception fausse ou unilatérale de la nature et des fonctions des sondages; c'est pourquoi le profane qui s'y intéresse a quelque peine à se rendre compte objectivement des possibilités et des limites de ce nouveau moyen d'obtenir des données.

Reconnaissant l'importance que présente ce procédé pour l'exploitation postale, caractérisée par la masse d'objets à transporter, plusieurs administrations étrangères ont exécuté ces dernières années nombre d'études et d'essais et se sont fait part de leurs expériences à ce sujet au sein de l'Union postale universelle.

Les explications qui suivent ont pour but de montrer, à l'aide d'un exemple tiré de la pratique du service postal suisse, comment se présente une enquête par sondages. Pour nous faire mieux comprendre, nous rappelons sommairement les fondements théoriques du procédé mathématique des sondages.

1. Qu'entend-on par sondage?

1.1. Définition

On entend généralement par sondage ou échantillonnage un prélèvement exécuté sur un tout dont on veut étudier la nature. Ces sondages ressortissent ainsi du domaine des relevés statistiques partiels. Ils se distinguent des autres comptages sommaires ou représentatifs surtout par la manière dont on procède au choix, laquelle confère aux résultats obtenus une plus grande valeur d'expression. En laissant pour le choix un jeu suffisant au facteur hasard, ils permettent de calculer l'erreur qui affecte le relevé partiel. Le fondement mathématique est le calcul des probabilités. Les sondages diffèrent de tous les autres relevés partiels précisément par cette possibilité de calculer l'erreur.

Les sondages au sens étroit du terme sont ainsi des relevés partiels dans lesquels le choix est commandé par

Stichproben im engeren Sinne des Wortes sind also Teilerhebungen, bei denen die Auswahl durch den Zufall gesteuert wird und bei denen der Stichprobenfehler, der durch die Beschränkung auf einen Teil des Ganzen entsteht, berechenbar ist.

Man bezeichnet diese Erhebungsart deshalb auch als «Zufallsstichprobe». In Fachkreisen hat es sich allerdings eingebürgert, nur noch dann von einer Stichprobe zu sprechen, wenn die Bedingungen für eine mathematische Auswertung des Zufallsmoments erfüllt sind. Es ergibt sich daraus die vereinfachende Unterscheidung: Stichprobe einerseits, übrige Zählungen auf repräsentativer Basis anderseits, wobei hier von Fall zu Fall auf das angewandte Auswahlverfahren hingewiesen werden soll. Wir halten uns nachstehend an diese sachlich richtige und zweckdienliche Bezeichnungsweise.

1.2. Wesenszüge und technische Elemente

Es ist für das Verständnis des nachfolgenden Stichprobenbeispiels aus der Postpraxis unerlässlich, hier einige theoretische Gedankengänge zu vermitteln und mit der Bedeutung der unvermeidlichen Fachausdrücke vertraut zu machen. Für tiefere Einblicke sei auf die vorhandene Fachliteratur verwiesen (vgl. Bibliographie).

Auf welche Erkenntnisse stützt sich die Stichprobentheorie? Bekannt dürfte sein, dass sie sich der Wahrscheinlichkeitsrechnung bedient, die ihre Entstehung der mathematischen Behandlung von Glücksspielen verdankt. Es ist deshalb nicht verwunderlich, wenn beim Erläutern der theoretischen Sachverhalte des Stichprobenverfahrens in der Regel das Ziehen von Zetteln oder Kugeln aus einer Urne eine Rolle spielt, oder auch das Ausspielen von Münzen oder Würfeln.

Hinsichtlich der Natur der zu erfassenden Kriterien unterscheidet man *qualitative* und *quantitative* Merkmale. Im ersten Fall handelt es sich um Merkmale, die sich ihrer Art nach voneinander unterscheiden, z.B. Geschlecht, Zivilstand, Beruf, Parteizugehörigkeit usw. Geschätzt werden absolute und relative Anteile (%- oder ‰-Anteile). Bei quantitativen Merkmalen kommen zahlenmässige Unterschiede vor (Preise, Längen, Gewichte u.a.m.). Jetzt handelt es sich darum, Summen- und Durchschnittswerte zu schätzen.

Die Technik der Stichprobenverfahren ist von der Natur der untersuchten Merkmale unabhängig; dagegen ist die Auswertung unterschiedlich. Wir befassen uns im folgenden mit quantitativen Merkmalen.

Entnimmt man aus einer umfassenderen Grundgesamtheit Stichproben vom Umfange n, ermittelt die jeweiligen Stichprobenmittel, so weisen diese wohl eine gewisse Veränderlichkeit auf, gesamthaft be-

le hasard et pour lesquels l'erreur, due au fait qu'on ne considère qu'une partie du tout, est calculable.

Les spécialistes ne parlent cependant de sondages que si les conditions d'évaluation mathématique du facteur hasard sont remplies. On peut ainsi différencier très simplement le sondage des autres modes de comptage à base représentative, en indiquant dans chaque cas le procédé employé pour le choix. Nous nous en tiendrons à cette désignation rationnelle et pratique.

1.2. Caractéristiques principales et éléments techniques

Pour faire comprendre l'exemple de sondage que nous tirons de la pratique du service postal, nous devons faire quelques considérations théoriques et expliquer les inévitables expressions techniques. Pour plus de détails, on aura avantage à se reporter aux ouvrages spéciaux (voir bibliographie).

Sur quelles connaissances la théorie des sondages repose-t-elle? Il est nécessaire de savoir qu'elle recourt au calcul des probabilités, résultant lui-même de l'étude mathématique des jeux de hasard. Il est donc naturel que le tirage de papiers ou de billes renfermés dans une urne, ou encore le jet de pièces ou de dés, joue un rôle dans l'explication de la théorie du sondage.

Suivant la nature des critères mis en jeu, on distingue entre caractéristiques *qualitatives* (attributs) et caractéristiques *quantitatives* (variables). Il s'agit dans le premier cas de caractéristiques qui se rapportent au genre, par exemple le sexe, l'état civil, la profession, l'appartenance à un parti, etc. On détermine des parts absolues et des parts relatives (en % ou en ‰). Les caractéristiques quantitatives portent sur les différences s'exprimant en chiffres (prix, longueurs, poids, etc.). Il s'agit ensuite d'estimer les sommes et les moyennes.

La technique des sondages est indépendante de la nature des caractéristiques étudiées, mais l'emploi est différent suivant le cas. Dans ce qui suit, nous ne considérons que les caractéristiques quantitatives.

Si, d'une base, on fait un nombre n de prélèvements par sondage, dit *échantillon*, et qu'on détermine la moyenne de chaque échantillon, toutes les moyennes accusent une certaine variabilité, mais, considérées dans leur ensemble, elles obéissent dans une certaine mesure à une loi: elles se répartissent de manière asymptotique normale. En d'autres termes, ces moyennes se répartissent symétriquement selon la loi de distribution de *Gauss*. Supposons le cas théorique dans lequel tous les échantillons aléatoires possibles seraient exécutés et dans lequel on calculerait la moyenne de chaque échantillon, *la moyenne arithmétique de tous ces résultats serait identique à la moyenne arithmétique de la base.*

La propriété d'un nombre croissant d'échantillons de donner des résultats se rapprochant de plus en trachtet befolgen sie aber eine beachtenswerte Gesetzmässigkeit: die Stichprobenmittel sind asymptotisch normal verteilt. Mit anderen Worten, die einzelnen Stichprobenmittel verteilen sich symmetrisch gemäss dem Gaussschen Verteilungsgesetz. Nehmen wir den theoretischen Fall an, es würden einmal sämtliche überhaupt möglichen Stichproben durchgeführt und jeweils die Stichprobenmittel gebildet, *so wäre der gefundene Durchschnitt aller Stichprobenmittel identisch mit dem Durchschnitt der Grundgesamtheit.*

Die Eigenschaft, dass mit einer zunehmenden Zahl von Stichproben gleichzeitig eine zunehmende Annäherung an den wahren Wert erfolgt, ist im Zusammenhang mit dem *Gesetz der Grossen Zahl*, das sich durch eine solche «Tendenz zur Mitte» äussert, zu verstehen*.

Verständlicherweise würde es dem kosten- und zeitsparenden Zweck der Stichproben widersprechen, wenn diese in grösserer Zahl durchzuführen wären, um schlüssige Ergebnisse zu vermitteln. Die vorstehend gemachte Annahme wiederholter Stichproben hat nur für die Begründung der Theorie Bedeutung. In der Praxis kommt es in der Regel nicht vor, dass mehrere Stichproben des gleichen Umfanges und mit der gleichen Fragestellung nacheinander durchzuführen sind. Vielmehr ist aus der übergrossen Fülle der theoretisch möglichen Stichproben – ihre Gesamtzahl ergibt sich aus der Summe aller Kombinationsmöglichkeiten der einbezogenen Einzelwerte und wächst deshalb schon bei einem verhältnismässig kleinen Stichprobenumfang ins Unermessliche – normalerweise nur eine einzige zu ziehen.

Wie können wir nun einen Rückschluss von dieser einen Stichprobe (Schätzwert) auf den entsprechenden wirklichen Wert der zu beurteilenden Grundgesamtheit ziehen? Die Antwort auf diese wichtige Frage ergibt sich aus der zitierten Normalverteilung. Wir erwähnten im Zusammenhang mit dieser, dass sich die Durchschnitte aller theoretisch möglichen Stichproben $\overline{x}_i$ symmetrisch um das arithmetische Mittel verteilen, das seinerseits mit dem gesuchten wahren Wert übereinstimmt.

Es handelt sich, anders ausgedrückt, um eine Häufigkeitsverteilung, die, im Koordinatensystem dargestellt, annähernd eine sogenannte «Glockenkurve» ergibt**.

Lage und Gestalt einer solchen Kurve sind durch zwei Werte festgelegt *(Fig. 1)*:

1. Durch den Merkmalswert, der zur Symmetrie-Achse gehört, d.h. durch den *Mittelwert* μ,

* Über die Entwicklung *des Gesetzes der Grossen Zahl* und dessen Anwendungen siehe u.a. *W. Saxer*, Industrielle Organisation, Zürich, Nr. 11/1956.

** Wer die Eigenschaften der *normalen Häufigkeitsverteilung* und die sich daraus ergebenden Folgerungen näher kennenlernen will, sei namentlich auf die grundlegenden Ausführungen von *A. Linder*, Statistische Methoden, Basel 1960, Seiten 15...54, verwiesen.

plus de la valeur vraie est en rapport avec la *loi du grand nombre*, qui s'exprime par une telle «tendance vers le milieu».*

Les sondages au hasard ayant pour but d'économiser des frais et du temps, ce serait aller à fin contraire que de les faire en grand nombre afin d'obtenir des résultats probants. L'hypothèse de sondages répétés admise ci-dessus sert simplement de fondement à la théorie. Dans la pratique, il n'arrive pas en général qu'il faille faire successivement plusieurs sondages de même étendue comportant les mêmes questions. Au contraire, du nombre extrêmement grand des échantillons théoriquement possibles – le nombre total est donné par la somme de toutes les combinaisons possibles des valeurs individuelles entrant en considération et croît jusqu'à l'infini déjà pour un sondage relativement peu étendu – il suffit généralement d'en prendre un seul.

Comment pouvons-nous de ce seul échantillon (valeur estimée) tirer une déduction quant à la valeur vraie de la base à apprécier? La réponse à cette importante question résulte de la répartition normale mentionnée plus haut. Nous avons relevé, à propos de cette répartition, que les moyennes de tous les échantillons théoriquement possibles $\overline{x}_i$ se répartissent symétriquement de part et d'autre de la moyenne arithmétique, laquelle correspond à la valeur vraie recherchée.

Il s'agit, en d'autres termes, d'une distribution de fréquence qui, représentée par un système de coordonnées, donne à peu près une courbe en cloche.**

La position et la forme d'une telle courbe sont déterminées par deux valeurs *(fig. 1)*.

1. Par la valeur de la variable, portée sur l'axe de symétrie, c'est-à-dire par la *valeur moyenne* μ.
2. Par une grandeur qui indique dans une certaine mesure si la courbe est comprimée ou non; cette grandeur est la *dispersion*.

Pour *calculer la dispersion*, on détermine chaque fois la différence entre les valeurs individuelles et la moyenne arithmétique et on l'élève au carré. La moyenne de tous les carrés donne la *dispersion* ou *variance*, désignée fréquemment en abrégé par *dispersion* σ^2. La racine de σ^2 est l'écart-type.

Ces valeurs de la dispersion ont une très grande importance dans la technique des sondages, car elles permettent de calculer l'*erreur de sondage* ou *erreur non systématique*. C'est pourquoi nous allons examiner plus attentivement la fonction de la dispersion.

Il est d'usage de délimiter des intervalles de hasard $\mu \pm \lambda\,\sigma$ disposés symétriquement, qui indiquent avec quelle probabilité la variable aléatoire tombe dans la zone délimitée. *L'aire de la partie hachurée à l'intérieur*

* Pour le développement de la *loi du grand nombre* et ses applications, consulter entre autres travaux celui de *W. Saxer*, Industrielle Organisation, Zurich, n° 11/1956.

** Le lecteur qui désirera connaître plus en détail la distribution *normale* et les déductions qu'on en peut tirer se reportera avec profit à *A. Linder*, Statistische Methoden, Bâle 1960, pages 15 à 54.

2. durch ein Mass, das etwas darüber aussagt, ob die Kurve gedrungen ist oder nicht; dieses Mass ist die *Streuung*.

Zur *Berechnung der Streuung* werden jeweils die Differenzen zwischen den einzelnen Werten und dem Durchschnittswert gebildet und ins Quadrat erhoben. Der Durchschnitt all dieser Differenzquadrate ergibt die *quadratische Streuung* oder *Varianz*, häufig kurz mit *Streuung* σ^2 bezeichnet. Die Wurzel aus σ^2 ergibt die *mittlere quadratische* oder *Standardabweichung* σ.

Diese Streuungsmasse sind in der Stichprobentechnik von zentraler Bedeutung, weil mit ihrer Hilfe der sogenannte *Stichproben-* oder *Zufallsfehler* berechenbar ist. Die Funktion der Streuung soll deshalb noch etwas näher betrachtet werden.

So ist es üblich, symmetrisch gelegene Zufallsintervalle $\mu \pm \lambda\sigma$ abzugrenzen, die darüber Aufschluss erteilen, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Zufallsvariable innerhalb des bestimmten Bereiches zu liegen kommt. *Die Grösse der schraffierten Fläche innerhalb der Kurve gibt beispielsweise an, welcher Bruchteil aller Zufallsvariablen in den Bereich μ—σ bis $\mu+\sigma$ fällt;* dabei ist die gesamte von der Kurve und der x-Achse eingeschlossene Fläche = 100% gesetzt. Entscheidend ist zu wissen, dass sich damit für jeden Streubereich, mit anderen Worten für irgend ein Vielfaches λ der Standardabweichung σ, ein entsprechender Prozentanteil errechnen lässt. So gilt beispielsweise für $\lambda = \ldots$ liegen ... % aller Zufallswerte im Bereich $\mu + \lambda\sigma$

λ	%
1	68,3
1,96	95
2	95,5
2,58	99
3	99,7
3,29	99,9

Viele Lehrbücher der mathematischen Statistik enthalten Tabellen, die zu jedem λ-Wert den in Spalte 2 einzusetzenden %-Wert abzulesen gestatten und umgekehrt.

Im Zusammenhang mit dem Verhalten der Stichprobenmittel, die – wie wir gesehen haben – asymptotisch normal verteilt sind, ergeben sich folgende wichtige Folgerungen:

1. Die Stichprobenmittel $\overline{x}_i$ befolgen annähernd eine Normalverteilung.
2. Der Mittelwert dieser Normalverteilung ist μ, der mit dem Durchschnitt der Einzelwerte der Grundgesamtheit zusammenfällt.

Das Stichprobenmittel $\overline{x}$ gilt demnach als zuverlässiger Schätzwert des Durchschnittes μ der Grundgesamtheit, d.h.

$$\hat{\mu} = \overline{x}$$

de la courbe indique par exemple quelle fraction de toutes les variables aléatoires tombe dans la zone μ—σ à $\mu+\sigma$, l'aire circonscrite par la courbe et l'axe des x étant supposée égale à 100%. Il importe de savoir que pour chaque zone de dispersion, autrement dit pour un multiple λ quelconque de l'écart-type σ,

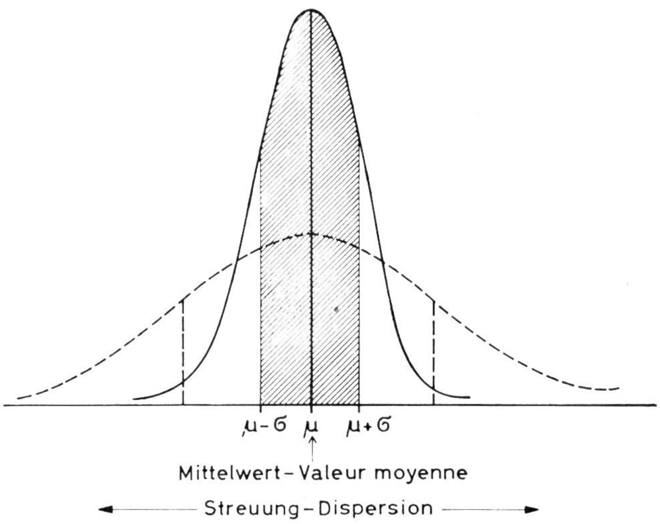


Fig. 1

on peut calculer le pourcentage correspondant. Par exemple, pour $\lambda = \ldots$, ...% de toutes les variables aléatoires sont compris dans la zone $\mu \pm \lambda\,\sigma$

λ	%
1	68,3
1,96	95
2	95,5
2,58	99
3	99,7
3,29	99,9

De nombreux cours de statistique mathématique contiennent des tableaux indiquant pour chaque valeur λ la valeur en % à inscrire dans la colonne 2 et vice versa.

Du comportement des moyennes des échantillons, réparties, comme nous l'avons vu, de manière asymptotique normale, on peut tirer les importantes déductions suivantes:

1. Les moyennes arithmétiques $\overline{x}_i$ se répartissent de manière à peu près normale.
2. La valeur moyenne de cette distribution normale est μ; elle correspond à la moyenne arithmétique des valeurs individuelles de la base.

La moyenne arithmétique obtenue par sondage $\overline{x}$ représente ainsi une estimation suffisamment exacte,

3. Zwischen der Streuung all dieser möglichen Stichprobenmittel $\sigma^2_{\bar{x}}$ und der Streuung σ^2 der Einzelelemente der Grundgesamtheit besteht eine Abhängigkeit, die sich zahlenmässig ausdrücken lässt mit

$$\sigma^2_{\bar{x}} = \frac{\sigma^2}{n}$$

Die Streuung $\sigma^2_{\bar{x}}$ ist ein Mass für die Güte unseres Stichprobenplanes. *Der zu schätzende wirkliche Wert der Grundgesamtheit liegt im Vertrauensbereich*

$$\mu = \bar{x} \pm \lambda \cdot \sigma_{\bar{x}};$$

durch entsprechende Wahl von λ kann der *Sicherheitsgrad* einer Stichprobe zum voraus festgelegt werden. Nach der 2σ-Regel = Sicherheitsgrad 95,5%, verbleibt somit ein Fehlerrisiko von 4,5%. Das bedeutet, dass in viereinhalb von hundert Stichprobenfällen der gesuchte wirkliche Wert ausserhalb des durch die Stichprobe angegebenen Vertrauensbereiches liegen kann. Diese 4,5% stellen die sogenannte *Sicherheitsschwelle* dar. Will man das Fehlerrisiko vermindern, so ist entweder ein höherer λ-Wert und damit ein grösserer Fehlerbereich anzusetzen, oder, sofern dies unerwünscht ist, der Umfang der Stichprobe zu erhöhen.

4. Eine Bemerkung drängt sich noch über die Grundstreuung σ^2 der Einzelwerte auf. Diese ist vielfach nicht bekannt; sie darf dann durch die entsprechende Streuung s^2 der Einzelwerte in der Stichprobe approximiert werden, das heisst $\sigma^2 \sim s^2$. Somit ist das gesuchte Ziel erreicht: allein auf Grund von Stichprobenschätzwerten lassen sich zuverlässige Aussagen über die zu beurteilende Grundgesamtheit machen.

Diese auf den ersten Blick etwas schwer verständlichen Zusammenhänge sind leichter zu erfassen, wenn wir uns die wichtigsten Elemente graphisch dargestellt einprägen *(Fig. 2)*.

Zur Überprüfung und Beurteilung der Stichprobenaussagen ist eine Reihe von mathematischen *Prüfverfahren*, sogenannte *Tests* entwickelt worden, auf deren Theorie hier nicht eingetreten werden kann. Ihre Wirkungsweise zeigt das später folgende Stichprobenbeispiel.

Abschliessend ist hier noch kurz auf die sogenannte *geschichtete Stichprobe* hinzuweisen:

Um die Genauigkeit der Stichprobenschätzung zu verbessern, wird sehr häufig der Kunstgriff der Schichtung angewandt. Er besteht darin, dass anstelle einer ungeteilten Stichprobe mehrere Teilstichproben durchgeführt werden, deren Ergebnisse am Schluss zu einer Gesamtstichprobe zusammengefügt werden. Durch dieses Vorgehen lässt sich in den meisten Fällen eine höhere Präzision erreichen. Bei der Aufteilung ist zu beachten, dass die einzelnen Schichten *in sich* eine möglichst grosse *Homogenität* aufweisen,

dite «sans biais» de la moyenne μ de la base, c'est-à-dire

$$\hat{\mu} = \bar{x}$$

3. Entre la dispersion de toutes les moyennes possibles des échantillons $\sigma^2_{\bar{x}}$ et la dispersion σ^2 des éléments individuels de la base existe une dépendance qui peut s'exprimer en chiffres par

$$\sigma^2_{\bar{x}} = \frac{\sigma^2}{n}$$

La dispersion $\sigma^2_{\bar{x}}$ devient ainsi une mesure de la qualité de notre plan de sondage. *La moyenne vraie de la base, à évaluer, est comprise dans l'intervalle de confiance*

$$\mu = \bar{x} \pm \lambda \cdot \sigma_{\bar{x}};$$

en choisissant λ en conséquence, on peut fixer d'avance le *degré de confiance* d'un sondage. D'après la règle des $2\ \sigma$ = degré de confiance 95,5%, il subsiste un risque d'erreur de 4,5%; en d'autres termes, pour quatre et demi pour cent des échantillons on peut s'attendre que la moyenne vraie recherchée soit en dehors de l'intervalle de confiance indiqué par le sondage. Ces 4,5% représentent le *seuil de confiance*. Si l'on veut réduire le risque d'erreur, il faut fixer une valeur λ plus élevée, qui correspond à un intervalle d'erreur plus grand, ou, si cela n'est pas désiré, augmenter l'étendue du sondage.

4. Une autre remarque s'impose encore concernant la dispersion σ^2 des variables de la base. Cette dispersion n'est généralement pas connue; on peut estimer qu'elle est approximativement égale à la dispersion correspondante s^2 des variables données par l'échantillon, soit $\sigma^2 \sim s^2$. Le but recherché est alors atteint: d'après des valeurs estimées trouvées par sondage, obtenir des renseignements suffisamment exacts sur la base à étudier.

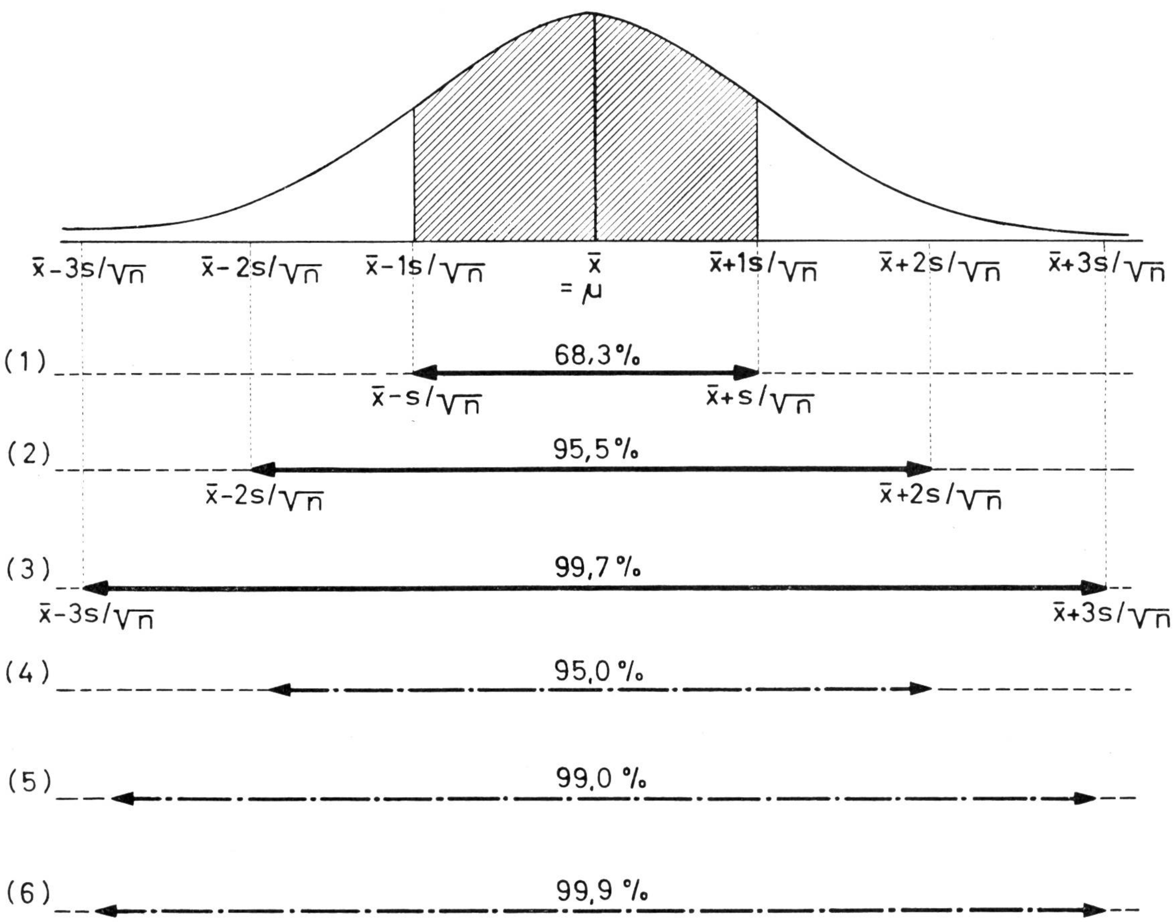
On obtiendra un meilleur aperçu de ces relations, qui paraissent à première vue difficiles à saisir, en représentant graphiquement les éléments principaux *(fig. 2)*.

Pour étudier et apprécier les résultats des sondages, on a développé toute une série de méthodes appelées *tests* dont nous ne pouvons ici expliquer la théorie. L'exemple que nous donnons ci-après en montre l'application.

Pour terminer, nous parlerons encore du *sondage stratifié*.

Pour augmenter l'exactitude d'une estimation par sondages, on applique fréquemment le procédé de la stratification. Il consiste en ceci qu'au lieu d'un seul sondage global on exécute plusieurs sondages partiels, dont les résultats sont ensuite réunis. Cette méthode permet d'arriver, dans la plupart des cas, à une plus grande précision. En répartissant les sondages, il faut veiller à ce que chaque strate présente *en lui-même*

Vertrauensbereiche – Zones de confiance



	Vertrauensbereich Zone de confiance (Sicherheitsgrenze Limites de sécurité)			Wahrscheinlichkeit Probabilité	Sicherheitsschwelle Seuil de sécurité
	λ	$\mu = \bar{x} \pm \lambda\, s / \sqrt{n}$		in/en %	in/en % (---)
(1)	1	$\bar{x} \pm 1\; s / \sqrt{n}$	(—)	68,3	31,7
(2)	2	$\bar{x} \pm 2\; s / \sqrt{n}$	(—)	95,5	4,5
(3)	3	$\bar{x} \pm 3\; s / \sqrt{n}$	(—)	99,7	0,3
(4)	1,960	$\bar{x} \pm 1{,}960\; s / \sqrt{n}$	(-·-)	95,0	5,0
(5)	2,576	$\bar{x} \pm 2{,}576\; s / \sqrt{n}$	(-·-)	99,0	1,0
(6)	3,291	$\bar{x} \pm 3{,}291\; s / \sqrt{n}$	(-·-)	99,9	0,1

Fig. 2

denn davon hängt es im wesentlichen ab, wie gross der Erfolg der Unterteilung, der sogenannte *Schichtungseffekt*, sein wird. *Zwischen* den Schichten dagegen darf und muss sogar *Heterogenität* bestehen, soll ein geschichtetes Stichprobenverfahren wirksam sein.

Ein besonders naheliegendes Schichtungsmerkmal ist eine *gebietsweise Aufteilung*. Im sogenannten heterograden Fall, wie er uns nachfolgend beschäftigen wird, ist meistens eine Gliederung nach Grössenklassen am wirksamsten. (Fortsetzung folgt)

la plus grande *homogénéité* possible, car c'est d'elle que dépend principalement le succès plus ou moins grand de la répartition, l'*effet de stratification*. *Entre* les strates, au contraire, peut et même doit exister une *hétérogénéité*, si l'on veut que le procédé soit efficace.

L'une des caractéristiques de stratification est une *répartition par domaines*. Dans le cas dit hétérograde, la répartition par ordres de grandeur est généralement la plus efficace, comme nous le montrerons par la suite. (à suivre)