

**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

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 41 (1963)

**Heft:** 2

**Artikel:** 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 serv...

**Autor:** Baumgartner, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874316>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 30.04.2026

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

## 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*

### 2. Stichprobenerhebung über den Paketverkehr PTT

Die Entschädigungen, die den Bahnen und weiteren Transportunternehmen für die Beförderung des Postgutes jedes Jahr bezahlt werden müssen, gehen in die hohen Millionenbeträge und fallen somit für die PTT-Rechnung stark ins Gewicht. Diese Leistungen werden gestützt auf die folgenden Poststatistiken berechnet:

- Fortlaufende Zählung der aufgegebenen Paketpost;
- Periodische Erhebung
  - a) der mittleren Beförderungsweite,
  - b) des mittleren Sendungsgewichtes der Paketpost.

Aus den drei Faktoren: Anzahl Sendungen, Beförderungsstrecke und Durchschnittsgewicht lassen sich die jährlich abzugeltenden Transportleistungen (in Tonnenkilometern) errechnen.

Diese PTT-Zahlungen erfolgten bis vor einigen Jahren unter der Annahme, das mittlere Gewicht eines Postpaketes betrage 3,550 kg. Dieses Gewicht hatte sich aus umfangreichen statistischen Erhebungen der dreissiger Jahre ergeben. In der Zwischenzeit hat die Finanzabteilung der Generaldirektion PTT, das Mittelgewicht tiefer vermutend, durch verschiedene Erhebungen den Sachverhalt einwandfrei abklären können.

Nachfolgend wird eine dieser partiellen Untersuchungen im Stadium der Planung, der Durchführung und der Auswertung dargestellt. Die Arbeiten erfolgten unter genauer Anwendung der Stichprobentheorie. Die fachtechnische Leitung lag in den Händen eines erfahrenen Experten, Herrn Prof. W. Wegmüller, Ordinarius für Statistik an der Universität Bern.

#### 2.1. Problemstellung

*Einerseits ist ein partielles mittleres Paketgewicht zu bestimmen, das sich ergibt, wenn ausschliesslich Stücksendungen in Betracht gezogen werden, an deren Transport konzessionierte Automobilgesellschaften (SKAG) beteiligt sind. Dieses Mittelgewicht wird bei der Neufestsetzung der Postführungsentschädigungen an die vorgenannten Unternehmungen benötigt.*

*Andererseits sind gewisse Besonderheiten des Paketverkehrs zu erforschen, um spätere Stichprobenerhebungen mit ähnlicher Fragestellung möglichst wirksam gestalten zu können. Es betrifft dies besonders*

\* vgl. auch Techn. Mitteilungen PTT Nr. 1/1963, S. 16...21.

### 2. Sondages exécutés dans le service des colis des PTT

Les indemnités que la poste doit payer aux chemins de fer et autres entreprises de transport pour le transport des objets qui lui sont confiés s'élèvent à des millions de francs par an et jouent un rôle important dans les comptes de l'entreprise des PTT. Elles sont calculées d'après les statistiques suivantes:

- dénombrement des colis déposés, exécuté toute l'année;
- détermination périodique
  - a) de la distance moyenne de transport,
  - b) du poids moyen des colis.

Les prestations fournies annuellement pour le transport (tonnes/kilomètres) et pour lesquelles les entreprises doivent être indemnisées sont calculées d'après les trois facteurs: nombre des colis, distance de transport et poids moyen.

Il y a quelques années encore, on prenait en considération un poids moyen par colis de 3,550 kg, chiffre résultant de nombreuses statistiques effectuées entre 1930 et 1940. Entre temps, la division des finances de la direction générale, dans l'idée que le poids moyen devait être inférieur à ce chiffre, voulut le déterminer de manière tout à fait certaine en procédant à des relevés.

Les lignes qui suivent décrivent l'une de ces statistiques partielles au stade de la planification, de l'exécution et de l'étude des résultats. On appliqua de manière très exacte la théorie des sondages. Les travaux étaient dirigés techniquement par W. Wegmüller, professeur ordinaire de statistique à l'Université de Berne.

#### 2.1. Problème à résoudre

*Il s'agit d'une part de déterminer un poids moyen partiel uniquement pour les colis au transport desquels participent les entreprises concessionnaires d'automobiles (Union de concessionnaires suisses d'autotransports postaux SKAG). Il est nécessaire de connaître ce poids pour fixer de nouveau les indemnités à verser à ces entreprises pour les transports postaux.*

D'autre part, on désire connaître certaines particularités du trafic des colis, afin de pouvoir par la suite effectuer des sondages de façon aussi efficace que possible, en posant les questions de la même manière. Il s'agit en particulier:

\* v. aussi Bulletin technique PTT, N° 1/1963, p. 16...21.

- die Struktur des Paketverkehrs,
- die Schwankungen des Paketgewichtes nach Jahreszeiten,
- die Schwankungen des Paketgewichtes nach Grösse der Poststellen,
- das Ausmass der Erhebungsfehler.

## 2.2. Planung

Bei der Planung war der finanziellen Bedeutung der Ergebnisse gebührend Rechnung zu tragen. Ein weiteres Ziel bestand darin, die Erhebung möglichst so durchzuführen, dass für den Postbetrieb daraus keine zusätzliche Arbeit erwuchs.

Die Tatsache, dass das auf den Paketen ange-schriebene Sendungsgewicht durch das Postpersonal ohne Ausnahme in Aufgabe- und Zustellbücher ein-getragen werden muss, liess vorerst den Gedanken aufkommen, es sei zu versuchen, die Erhebung ge-stützt auf diese Dokumente - somit als sekundäre Statistik und retrospektiv - durchzuführen. Dem stand vorerst entgegen, dass die Gewichtsanschrei-bungen gemäss den Postvorschriften unter Aufrun-dung auf die nächst höhere 500-Gramm-Stufe zu erfolgen haben. Weil aber das erwogene Vorgehen sonst in idealer Weise geeignet schien, das gestellte Problem künftig sozusagen abseits vom Postbetrieb lösen zu lassen, entschloss man sich zu einer beson-deren Voruntersuchung. Diese bestand darin, insge-samt 20 000 Paketsendungen bei ihrem Durchlauf in grossen Transitpoststellen des Landes exakt nachzu-wägen, wodurch der Genauigkeitsgrad der vorhande-nen Gewichtsnotierungen ermittelt werden konnte. Nebst dieser Zielsetzung war das Bedürfnis weglei-tend, zuhanden der späteren Stichprobenplanung erste wertvolle Einblicke in die Struktur der Paket-post zu erhalten. Die Auswertung dieser gleichfalls als Zufallsstichprobe durchgeführten Sonderabklä-rung ergab für das weitere Vorgehen die nachfolgen-den Grundsätze:

Die auf den Sendungen angeschriebene, aufge-rundete Gewichtsangabe verbürgt für statistische Er-hebungen einen ausreichenden Zuverlässigkeitsgrad.

Das Ausmass der durch diese Aufrundungen ent-stehenden systematischen Fehler ist bekannt.

Die Entnahme der Gewichte aus bereits ausge-schriebenen Aufgabe- und Zustellregistern ist statt-haft, und für künftige Erhebungen kann das retro-spektive Verfahren gewählt werden.

### 2.2.1. Grundgesamtheit

*Gegenstand der Untersuchung bildet der Paketverkehr des Jahres 1956 von 418 Poststellen, die sich auf 156 konzessionierte Automobillinien verteilen.* Gemäss der Postverkehrsstatistik fallen demnach als Grundge-samtheit in Betracht:

	Stücksendungen absolut	relativ %
Zustellung . . . . .	3 191 758	65
Aufgabe . . . . .	1 696 513	35
Insgesamt . . . . .	4 888 271	100

- de la structure du trafic des colis,
- des variations du poids moyen suivant les saisons,
- des variations du poids moyen suivant la grandeur des offices de poste,
- de l'ordre de grandeur des erreurs dues aux obser-vations mauvaises ou manquantes.

## 2.2. Planification

Il fallait, en établissant les plans de sondage, tenir dûment compte de la portée financière des résultats. Une autre condition était d'épargner autant que possible aux services postaux du travail supplémen-taire.

Le personnel postal reportant dans les registres de dépôt et de distribution le poids des colis, inscrit sur ceux-ci, on pensa à effectuer les sondages d'après ces documents, en tant que statistique secondaire et rétrospective. Une première objection à ce procédé est que, selon les prescriptions de la poste, les poids sont arrondis aux 500 grammes supérieurs. Mais comme, ce défaut mis à part, le procédé semblait permettre de résoudre le problème de manière idéale en dehors du service d'exploitation, on décida de faire un sondage préliminaire. A cet effet, 20 000 colis furent pesés de nouveau, mais cette fois exactement, à leur passage dans les grands offices de transit, ce qui permit de déterminer le degré d'exactitude des poids indiqués sur les envois. Il s'agissait en outre d'obtenir les premiers renseignements nécessaires sur la structure du trafic des colis, en vue de la planifi-cation des sondages. Le résultat de cette étude parti-culière permit d'établir les principes suivants pour la manière de procéder:

Le poids arrondi indiqué sur les envois présente un degré d'exactitude suffisant pour la statistique.

La valeur de l'erreur systématique qui résulte de ces indications arrondies est connue.

On peut recourir pour déterminer les poids aux anciens registres de dépôt et de distribution et le procédé rétrospectif peut être appliqué aux statisti-ques futures.

### 2.2.1. Base

*L'objet des recherches est le trafic des colis postaux de 418 offices de poste en 1956, réparti entre 156 lignes d'automobiles concessionnaires.*

Selon la statistique des colis, sont donc pris en considération comme base

	Colis chiffres	
	absolus	relatifs %
Distribution	3 191 758	65
Dépôt	1 696 513	35
Total	4 888 271	100

On a choisi le trafic d'une année complète, afin de tenir compte des variations saisonnières.

Ein voller Jahresverkehr wurde gewählt, um den zu erwartenden jahreszeitlich bedingten Schwankungen Rechnung tragen zu können.

### 2.2.2. Das Planen der Stichprobe

Das Ziel der Stichprobe besteht darin, brauchbare Auskünfte über die Zusammensetzung der vorstehenden Gesamtheit sowie über das mittlere Sendungsgewicht dieser Verkehrsmenge zu beschaffen.

Es sind vorerst die folgenden drei Fragen zu entscheiden:

- a) welche Forderung ist unter angemessener Beachtung der Erhebungskosten an die Treffsicherheit der Stichprobe zu stellen?
- b) wie umfangreich soll die Stichprobe sein?
- c) wie soll die Auswahl der in die Stichprobe einzubeziehenden Elemente erfolgen?

Zu a) Es wurde bereits im Abschnitt 1.2 darauf hingewiesen, dass bei Vorgabe der gewünschten Genauigkeit die Grössenordnung des Stichprobenumfangs abgeschätzt werden kann. Über die *Veränderlichkeit der einzelnen Stückgewichte* (Variabilität) waren Anhaltspunkte aus den Voruntersuchungen bekannt. Als *höchstzulässigen Stichprobenfehler* erachteten wir im Rahmen der vorliegenden Untersuchung Abweichungen vom Durchschnittsgewicht bis zu  $\pm 50$  g als zulässig, mit anderen Worten, das zu ermittelnde Durchschnittsgewicht sollte in einem Fehlerbereich von 100 Gramm liegen. Es wurde die einprozentige *Sicherheitsschwelle* festgelegt, was mit dem Risiko eines Fehlurteils in einem von hundert Fällen gleichbedeutend ist.

Zu b) Im Rahmen der vorerwähnten Genauigkeitsforderungen ergaben vergleichende theoretische Berechnungen, es seien mindestens 45 000 Stücksendungen in Betracht zu ziehen, nämlich

Zustellung	30 000
Aufgabe	15 000
Insgesamt	45 000

Bei einem Total von 4,888 Mio. Stücksendungen entspricht dies ungefähr einer *Quote von 1 Prozent*. Gestützt auf dieses Ergebnis wurde entschieden, der Untersuchung eine *einprozentige Stichprobe* zugrunde zu legen. Die etwa 49 000 Stichprobeneinheiten (Stücksendungen) waren zu rund zwei Dritteln bei der zugestellten und zu rund einem Drittel bei der aufgegebenen Post zu erfassen, damit die charakteristische Struktur der Grundgesamtheit gewahrt blieb.

Zu c) Aus Zweckmässigkeitsgründen bediente man sich einer vereinfachten *systematischen Auslese*, die dem *Zufallserfordernis* zu genügen hatte.

*Schichtung.* Die getroffenen Vorabklärungen über die Wesenszüge der Grundgesamtheit gestatteten es, eine im Hinblick auf die Präzision der Stichprobenergebnisse vorteilhafte Schichtung zu treffen. Man entschied sich somit methodisch für das *geschichtete Stichprobenverfahren*. Da über die Struktur der einzelnen Schichten hinsichtlich der gewichtsmässigen Ver-

### 2.2.2. La planification du sondage

Le but du sondage était d'obtenir des renseignements utilisables sur la composition de la base ainsi que sur le poids moyen des envois.

Il fallait pour commencer répondre à trois questions:

- a) en tenant dûment compte des frais, quel degré de confiance du sondage convient-il de chercher à atteindre?
- b) quelle doit être l'étendue du sondage?
- c) comment faut-il choisir les éléments à inclure dans l'échantillon?

*Ad a):* Il a déjà été démontré, sous le chiffre 1.2., que l'ordre de grandeur de l'étendue du sondage peut être choisi suivant l'exactitude désirée. Pour ce qui est de la variation du poids des colis, les recherches préliminaires avaient déjà procuré certaines données. Comme *erreur maximum admissible*, nous avons compté avec des variations du poids moyen de  $\pm 50$  g; le poids moyen devait donc être compris dans un intervalle d'erreur de 100 g. Le *seuil de confiance* fut fixé à 1%, ce qui équivalait au risque d'une appréciation fautive sur cent cas.

*Ad b)* Dans les limites des exigences mentionnées quant à l'exactitude, des calculs théoriques comparatifs ont montré qu'il fallait faire porter les recherches sur au moins 45 000 colis, savoir

distribution	30 000
dépôt	15 000
total	45 000

Sur un total de 4,888 millions de colis, ce chiffre représente *approximativement 1%*. On décida, d'après ce résultat, de prendre pour base du sondage une *quote de 1%*. Les 49 000 colis sur lesquels portaient les recherches devaient se répartir à raison d'un tiers d'envois déposés et de deux tiers d'envois distribués, afin que la structure caractéristique de la base soit maintenue.

*Ad c)* Pour des raisons d'opportunité, on a recouru à un *choix systématique simplifié*, qui devait satisfaire à la *condition du hasard*.

*Stratification.* Les caractéristiques principales de la base étant déterminées, on put procéder à une stratification de nature à conférer la précision voulue aux résultats des sondages. C'est-à-dire, on choisit le procédé des *sondages stratifiés*. Comme on n'avait aucune idée tant soit peu exacte de la structure des différents strates sous le rapport de la répartition des colis selon leur poids (moyenne et dispersion), les unités de sondage furent mises en rapport avec la valeur des strates, c'est-à-dire qu'on inclut dans le sondage, pour chaque strate, une part proportionnelle de un pour cent du nombre des colis. Le *tableau I* montre la répartition structurelle de la base.

Il n'était pas nécessaire d'inclure dans le sondage tous les offices de poste constituant la base. Des estimations montrèrent que, pour les petits bureaux,

## Grundgesamtheit – Base

Tabelle I

Schichtung der Poststellen – Stratification des offices de poste

Tableau I

Klassen – Classes	Zahl der Poststellen Nombre des offices de poste	Stücksendungen – Colis		
		Zustellung Distribution	Aufgabe Dépôt	Insgesamt Total
Absolute Zahlen – Chiffres absolus				
Ablagen und Agenturen – Dépôts et agences . . . . .	17	64 967	27 290	92 257
Bureaux und Ämter (Anzahl Sendungen)* Bureaux et offices (nombre de colis)*				
0– 4 999 . . . . .	114	262 540	131 873	394 413
5 000– 9 999 . . . . .	132	630 755	304 006	934 761
10 000–14 999 . . . . .	69	553 373	283 903	837 276
15 000–24 999 . . . . .	50	611 065	337 724	948 789
25 000–49 999 . . . . .	26	551 913	334 037	885 950
50 000 und mehr – et plus . . . . .	10	517 145	277 680	794 825
Zusammen – Total . . . . .	401	3 126 791	1 669 223	4 796 014
Total – Total général . . . . .	418	3 191 758	1 696 513	4 888 271
Prozentzahlen – Pour-cent				
Ablagen und Agenturen – Dépôts et agences . . . . .	4	70	30	100
Bureaux und Ämter (Anzahl Sendungen)* Bureaux et offices (nombre de colis)*				
0– 4 999 . . . . .	27	67	33	100
5 000– 9 999 . . . . .	32	67	33	100
10 000–14 999 . . . . .	17	66	34	100
15 000–24 999 . . . . .	12	64	36	100
25 000–49 999 . . . . .	6	62	38	100
50 000 und mehr – et plus . . . . .	2	65	35	100
Zusammen – Total . . . . .	96	65	35	100
Total – Total général . . . . .	100	65	35	100

\* Zustellung und Aufgabe 1956 – Distribution et dépôt 1956

teilung der Stücksendungen (Durchschnitt und Streuung) nichts Genaueres bekannt war, wurden die Stichprobeneinheiten im Verhältnis zur Grösse der Schichten gezogen, mit anderen Worten, es war aus jeder Schicht eine Quote von einem Prozent der Stücksendungen in die Stichprobe einzubeziehen. Die strukturelle Gliederung der Grundgesamtheit ist aus *Tabelle I* ersichtlich.

Von den Poststellen der Grundgesamtheit brauchten nicht sämtliche in die Stichprobe einbezogen zu werden. Schätzungen ergaben, dass man sich bezüglich der kleineren Stellen auf eine systematische Auslese repräsentativer Orte beschränken konnte. So gelang es, den für die Erhebung erforderlichen Aufwand wesentlich zu verringern, ohne dadurch deren Qualität zu beeinträchtigen.

Zum Auffinden des wirksamsten Schichtungsmerkmals wurden örtliche und regionale Sonderverhältnisse überprüft und auch Korrelationsrechnungen

on pouvait se borner à choisir systématiquement quelques localités représentatives. On put de cette manière réduire les frais et le temps nécessaires au sondage sans diminuer la qualité de ses résultats.

Pour rechercher la caractéristique de stratification optimum, on examina les conditions locales et régionales particulières et l'on fit des calculs corrélatifs. Le résultat final consista essentiellement en un *groupement par classes de grandeur*, basé sur le trafic annuel des colis des offices de poste intéressés. On obtint pour le sondage les chiffres suivants (*tableau II*):

Les résultats furent séparés d'après les groupes distribution, dépôt et total.

Nous admettrons provisoirement que cette base de sondage est une coupe représentative de la base générale, et que les deux bases présentent approximativement la même structure. Il faudra ensuite, d'après les résultats, vérifier si ce but est atteint.

Tabelle II

Tableau II

Größenordnung (Schicht) Ordre de grandeur (strate)	Poststellen Offices de poste		Stücksendungen Colis	
	Anzahl Nombre	Quote Quote-part %	Anzahl Nombre	Quote Quote-part %
Ablagen und Agenturen – Dépôts et agences . . . . .	17	100	924	1
Bureaux und Ämter – Bureaux et offices*				
0– 4 999 . . . . .	38	33 1/3	4 306	3
5 000– 9 999 . . . . .	44	33 1/3	9 137	3
10 000–14 999 . . . . .	69	100	8 374	1
15 000–24 999 . . . . .	50	100	9 490	1
25 000–49 999 . . . . .	26	100	8 857	1
50 000 und mehr – et plus . . . . .	10	100	7 948	1
Total . . . . .	254		49 036	
(Total der Grundgesamtheit) – (Total de la base) . .	(418)		(4 888 271)	

\* Anzahl der Stücksendungen, Zustellung und Aufgabe 1956 – Nombre de colis, distribution et dépôt 1956

angestellt. Das Endergebnis war im wesentlichen eine *Grössenklassengliederung*, gegründet auf den jährlichen Paketumsatz der beteiligten Poststellen. Zusammengefasst ergab sich für die Stichprobe das folgende Bild (*Tabelle II*):

Die Ergebnisse waren durchwegs getrennt nach den Gruppen Zustellung, Aufgabe und Insgesamt zu ermitteln.

Wir wollen vorläufig annehmen, diese Stichprobengesamtheit stelle einen repräsentativen Querschnitt durch die Grundgesamtheit dar, das heisst die beiden Gesamtheiten wiesen in der zu fordernden Annäherung die gleiche Struktur auf. Später wird anhand der Ergebnisse nachzuprüfen sein, ob dieses Ziel erreicht worden ist.

Zu erheben waren von jeder Stücksendung die *qualitativen* (Gliederungs-) Merkmale

Poststelle  
Aufgabe / Zustellung  
Schicht  
Monat  
Taxstufe

und als einziges *quantitatives* Merkmal das Sendungsgewicht in 100 g.

### 2.3. Durchführung

Sämtliche benötigten Merkmale konnten nun also restlos sekundär-statistischen Unterlagen, bestehend aus abgelegten Aufgabe- und Zustellregistern der Poststellen, entnommen werden. Diese Dokumente wurden für die Erhebung aus den Archiven laufend einer zentralen Bearbeitungsstelle in Bern zugeleitet. Hier wurde die *Stichprobenauswahl* unter Einhaltung einer vorher schriftlich genau festgelegten Systematik vorgenommen. Als Datenempfänger für die nachfolgende Stufe der statistischen Aufarbeitung wurde eine Mark-Sensing-Lochkarte gewählt. Die Gliede-

Il fallait, pour chaque colis, relever les *attributs* (groupement)

office de poste  
dépôt/distribution  
strate  
mois  
échelon de taxe

et la seule *variable*

poids des colis en 100 g

### 2.3. Exécution

Toutes les caractéristiques nécessaires purent être tirées de pièces de statistique secondaires (registres de dépôt et de distribution des offices de poste). Ces documents, retirés des archives, furent envoyés à Berne, à l'organe chargé de les étudier, qui procéda à *l'échantillonnage* d'après un système exactement fixé par écrit. Pour enregistrer les données pour l'étape suivante, on recourut à une carte à perforer Mark-Sensing. Les attributs office de poste, dépôt/distribution et échelon étaient perforés d'avance dans une carte maîtresse et étaient reperforés automatiquement dans la carte Mark-Sensing, sur laquelle il n'y avait plus qu'à marquer le mois et le poids du colis.

La section de la mécanographie de la direction générale procéda au *comptage* d'après un programme qui tenait compte des conditions de l'étude mathématique prévue. A ce stade apparurent clairement les grands avantages des calculatrices électroniques pour les sondages de grande envergure, le long calcul des carrés des valeurs individuelles s'étant effectué presque sans peine. (Rappelons que ce calcul donne le chiffre de mesure le plus important pour la statistique, la *variance*.)

rungsmerkmale: Poststelle, Aufgabe/Zustellung und Schicht wurden in Meister-Karten vorgelocht und nach der Erhebung im Schnellstanzverfahren auf die Mark-Sensing-Karte übertragen, wodurch auf dieser nur noch der Monat und das Sendungsgewicht einzeln zu notieren verblieben.

Die *Auszählung* erfolgte durch die Lochkartensektion der Generaldirektion nach einem vorgeschriebenen Programm, das den Bedingungen der geplanten mathematischen Auswertung entsprach. Auf dieser Stufe kamen die grossen Vorteile der elektronischen Rechenautomaten für umfangreiche Stichprobenergebnisse eindrücklich zur Geltung, indem das sonst sehr aufwendige Errechnen der Einzelwertquadrate fast mühelos erfolgte. (Wir erinnern uns: mit Hilfe dieses Quadrierens der Einzelwerte wird die wichtigste statistische Masszahl, die *Varianz*, gewonnen.)

## 2.4. Stichprobenergebnisse

Überprüfen wir zunächst, welche Feststellungen direkt aus den Stichprobenergebnissen gefolgert werden können. Diese sind, wie noch zu zeigen sein wird, auch für die Grundgesamtheit, das heisst für den gesamten von den SKAG-Poststellen bewältigten Paketverkehr schlüssig.

### 2.4.1. Verteilung der Stücksendungen nach Taxstufen

Wir sehen aus *Figur 3*,

- dass sich der Verkehrsanfall stark auf die untersten Taxstufen (leichte Pakete) konzentriert, ferner,
- dass diese Konzentration bei den aufgegebenen Paketen stärker ins Gewicht fällt als bei den zugestellten.

Bewegen sich diese Abweichungen zwischen Zustellung und Aufgabe noch im Rahmen des Zufälligen oder sind sie als statistisch bedeutsam zu bezeichnen? Das Prüfen der Homogenität mit dem  $\chi^2$ -Test deckte auf, dass die Abweichungen den Zufallsbereich überschreiten, mit anderen Worten, dass sie als signifikant zu betrachten sind.

### 2.4.2. Durchschnittsgewichte und Streuungen

Das soeben nachgewiesene spezifische Verhalten der zugestellten und aufgegebenen Pakete hinsichtlich ihrer Verteilung nach Taxstufen beeinflusst selbstverständlich die Durchschnittsgewichte.

	Erfasste Stücksendungen *	Durchschnittsgewicht in kg	Mittlere quadrat. Abweichung in kg	Variationskoeffizient in %
Zustellung	32 015	2,872	2,831	98
Aufgabe	17 021	2,605	2,855	109
Insgesamt	49 036	2,779	2,842	102

Wie zu erwarten war, ist das Durchschnittsgewicht der Aufgabe mit 2,6 kg merklich von jenem der Zustellung mit 2,9 kg verschieden. Theoretisch wird die Richtigkeit dieser Aussage mittels des *t-Testes* geprüft und bestätigt.

\* Stichprobe von 1%

## 2.4. Résultats de l'échantillon

Voyons pour commencer quelles constatations les résultats de l'échantillon permettent de faire directement. Ils donnent la possibilité – comme nous le verrons plus loin – de tirer des conclusions concernant la base, c'est-à-dire l'ensemble du trafic des colis des offices de poste desservis par l'Union de concessionnaires suisses d'autotransports postaux (SKAG).

### 2.4.1. Répartition des colis d'après les échelons de taxe

La *figure 3* nous montre

- que le trafic se concentre fortement sur les échelons de taxe inférieurs (colis légers),
- que cette concentration apparaît plus fortement au dépôt qu'à la distribution.

Ces variations entre distribution et dépôt restent-elles dans les limites du hasard ou doivent-elles être considérées comme significatives? L'examen de l'homogénéité à l'aide du *test*  $\chi^2$  révèle que ces variations débordent de la zone du hasard et qu'elles doivent être considérées comme significatives pour la statistique.

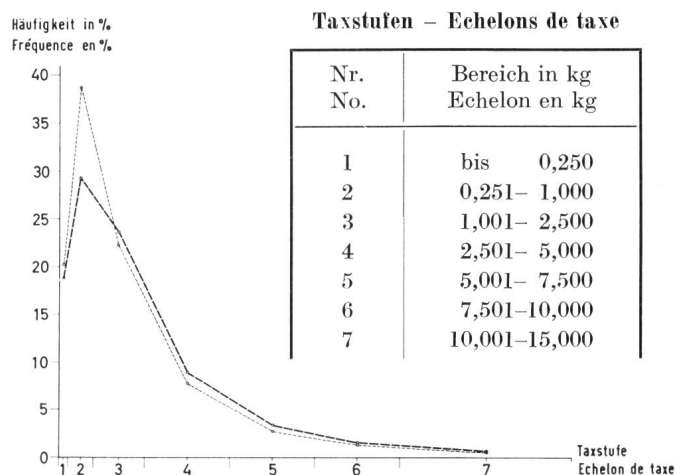


Fig. 3. Verteilung der Stücksendungen nach Taxstufen (Basisintervall 1 kg; normierte Häufigkeiten)

Répartition des colis d'après les échelons de taxe (Intervalle de base de 1 kg; fréquences normalisées)

-----	Zustellung - Distribution	2,872 kg	} Durchschnittsgewicht Poids moyen
-----	Aufgabe - Dépôt	2,605 kg	

### 2.4.2. Poids moyens et dispersion

La répartition des colis distribués et déposés entre les échelons de taxe influence évidemment les poids moyens.

	Colis dénombrés*	Poids moyen en kg	Ecart-type en kg	Coefficient de variation en %
Distribution	32 015	2,872	2,831	98
Dépôt	17 021	2,605	2,855	109
Total	49 036	2,779	2,842	102

\* 1% de la base

Gemessen an der mittleren quadratischen Abweichung sowie am Variationskoeffizienten  $\sigma/\mu$  fällt die gewichtsmässige Veränderlichkeit (Streuung) der zugestellten sowie der aufgegebenen Pakete gleich gross aus. Dies ist natürlich, da sich beide Sendungsgruppen über das ganze Intervall von 0,1...50,0 kg ausbreiten.

*Für den auf konzessionierten Automobillinien beförderten Paketverkehr stellen wir also fest* (allein auf Grund der Stichprobenergebnisse),

- dass für die Zustellung das Durchschnittsgewicht von 2,872 kg wesentlich höher ausfällt als das Durchschnittsgewicht der Aufgabe mit 2,605 kg,
- dass zugestellte und aufgegebene Stücksendungen dieselbe Veränderlichkeit aufweisen.

Diese Eigentümlichkeit eines höheren Gewichtes bei der Zustellung lässt sich zum Teil wie folgt erklären: Bei der Erhebung fielen vorwiegend kleinere Landpoststellen in Betracht und somit Örtlichkeiten, deren Bewohner sich bekanntermassen häufig durch die Post aus der Stadt mit verschiedensten Konsumgütern versorgen lassen. Der Paketstrom von der Stadt in ländliche Gegenden weist vermutlich nicht zuletzt durch diesen Einfluss der Versandgeschäfte die schwereren Paketsendungen auf, als jener in der Gegenrichtung.

## 2.5. Rückschluss auf die Grundgesamtheit

Unsere bisherigen Betrachtungen nahmen ausschliesslich auf die Stichprobe selber Bezug. Welches ist nun die Struktur des gesamten, durch SKAG-Poststellen beförderten Paketverkehrs? Wie sind die aus der Stichprobe abgeleiteten Ergebnisse auf die Grundgesamtheit zu übertragen?

*Der Rückschluss vom Teil aufs Ganze erfolgt grundsätzlich durch proportionale Umwertung.* Als Umwertungsfaktor dient das Verhältnis der Stücksendungen in der Grundgesamtheit zu jenem in der Stichprobe.

Das Vorgehen sei am Beispiel der «Zustellung» erläutert:

Schicht k	Stücksendungen		
	Stichprobe $n_k$	Grundgesamtheit* $N_k$	Umwertungsfaktor $\frac{N_k}{n_k}$
1	649	64 967	100,1
2	2 908	262 540	90,3
3	6 126	630 755	103,0
4	5 533	553 373	100,0
5	6 112	611 065	100,0
6	5 517	551 913	100,0
7	5 170	517 145	100,0
Zusammen	32 015	3 191 758	99,7

Die Berechnungen sind für die einzelnen Schichten gesondert durchzuführen. Das Total aller Schichten ergibt den gesuchten Schätzwert für die Grundgesamtheit. Im vorliegenden Fall bemisst sich das gesamte zugestellte Transportgut zu rund 9167 Tonnen, was bei 3,2 Millionen Sendungen einem *geschätzten Durchschnittsgewicht von 2,872 kg entspricht.*

\* Tabelle I

Comme on pouvait s'y attendre, le poids moyen au dépôt, de 2,6 kg, diffère notablement du poids moyen à la distribution, qui est de 2,9 kg. L'exactitude de ce résultat fut vérifiée et confirmée par le *test t.*

Comparée à l'écart-type ainsi qu'au coefficient de variation  $\sigma/\mu$ , la variabilité du poids (dispersion) est égale pour les colis déposés et pour les colis distribués. La chose est naturelle, puisque les deux groupes d'envois s'étendent à tout l'intervalle compris entre 0,1 et 50,0 kg.

*Pour les colis transportés par les lignes d'automobiles concessionnaires, nous constatons* (uniquement d'après les résultats de l'échantillon), *qu'à la distribution le poids moyen de 2,872 kg est sensiblement plus élevé que le poids moyen au dépôt, de 2,605 kg, que les colis distribués et les colis déposés accusent la même variabilité.*

Cette particularité d'un poids moyen plus élevé à la distribution s'explique en partie de la manière suivante: ce sondage a porté surtout sur de petits offices de poste ruraux et, partant, sur des localités dont les habitants font venir par poste, de la ville, une certaine quantité de biens de consommation. Du fait probablement de cette influence des maisons d'expédition, le trafic des colis de la ville vers les régions rurales accuse des poids plus élevés que le trafic en sens opposé.

## 2.5. Application des résultats à la base

Jusqu'ici, nos considérations se rapportaient exclusivement à l'échantillon lui-même. Quelle est en réalité la structure de l'ensemble du trafic des colis transportés par la SKAG? Comment les résultats obtenus au moyen de l'échantillon doivent-ils être rapportés à la base?

*En principe, on rapporte une partie à l'entier par une conversion proportionnelle.* Ici, le facteur de conversion est le rapport du nombre des colis constituant la base à celui des colis inclus dans l'échantillon.

Nous prenons pour exemple la distribution.

Strate k	Colis			Facteur de conversion $\frac{N_k}{n_k}$
	Echantillon $n_k$	Base* $N_k$		
1	649	64 967		100,1
2	2 908	262 540		90,3
3	6 126	630 755		103,0
4	5 533	553 373		100,0
5	6 112	611 065		100,0
6	5 517	551 913		100,0
7	5 170	517 145		100,0
Ensemble	32 015	3 191 758		99,7

Les calculs doivent être faits séparément pour chaque strate. Le total de toutes les strates donne la valeur estimée recherchée pour la base. Dans le cas présent, le poids total des colis transportés et distri-

\* Tableau I

Es liegt in der Natur der Stichprobenbildung begründet, dass Stichprobenergebnisse unvermeidlichen Schwankungen unterliegen. Je nach der Zusammensetzung der Stichprobe werden deren Resultate und damit auch die daraus abgeleiteten geschätzten Werte für die Grundgesamtheit unterschiedlich ausfallen. Wir sahen im theoretischen Teil, dass, sofern dem Zufall bei der Stichprobenbildung eine wesentliche Rolle zukommt, wahrscheinlichkeitstheoretische Überlegungen die Schwankungen der Ergebnisse zu berechnen gestatten. Als Mass für die Genauigkeit dient der *absolute Stichprobenfehler*, der für das geschätzte Durchschnittsgewicht 0,016 kg beträgt. Mit Hilfe dieser Grösse können, wie früher gezeigt wurde, Schranken angegeben werden, innerhalb derer der tatsächliche Wert der Grundgesamtheit vermutlich liegt. Nähere Angaben darüber sind im Abschnitt 2.5.2. zu finden.

### 2.5.1. Geschätzte Durchschnittsgewichte und Stichprobenfehler

Der Rückschluss von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit führt zu nachstehenden Werten.

	Geschätztes partielles Durchschnittsgewicht SKAG	Stichprobenfehler	
		absolut	relativ
Zustellung	2,872 kg	0,016 kg	0,6%
Aufgabe	2,605 kg	0,022 kg	0,8%
Insgesamt	2,779 kg	0,013 kg	0,5%

Die Tatsache, dass sich die für die Grundgesamtheit geschätzten partiellen Durchschnittsgewichte SKAG mit jenen direkt aus der Stichprobe errechneten Mittelwerten decken (vgl. 2.4.2.), ist eine zwangsläufige Folge des gewählten geschichteten Stichprobenverfahrens mit festen Anteilen. Äusserlich kommt dies – abgesehen von belanglosen Abweichungen – in den gleichen Umwertungsfaktoren der einzelnen Schichten zum Ausdruck (vgl. 2.5.).

Was die *absoluten Stichprobenfehler* anbelangt, so bewegen sich diese im Rahmen der früher geforderten Genauigkeit (vgl. 2.2.2.): Bei einer Sicherheitsschwelle von 1% werden Abweichungen im Durchschnittsgewicht bis zu  $\pm 50$  g noch als zulässig erachtet. Auf den absoluten Stichprobenfehler übertragen lautet die Forderung: Der doppelte absolute Stichprobenfehler soll die Schranke von 50 g nicht überschreiten. Dies trifft durchwegs zu; darin finden wir indirekt eine Bestätigung für die Zweckmässigkeit der ursprünglich geplanten Stichprobe. Diese Feststellung bekräftigt ebenfalls der *relative Stichprobenfehler*, eine Masszahl, die den absoluten Stichprobenfehler in Prozenten des geschätzten Wertes misst. Der relative Stichprobenfehler variiert in den engen Grenzen von 5 bis 8 Promille und spricht für die Schlüssigkeit der Stichprobenergebnisse.

### 2.5.2. Vertrauensgrenzen

Mit Hilfe des absoluten Stichprobenfehlers lassen sich nun die Vertrauensgrenzen angeben, innerhalb derer der tatsächliche Wert der Grundgesamtheit vermutlich liegt (*Tabelle III*).

bués s'élève à 9167 tonnes, ce qui, pour 3,2 millions de colis, représente une valeur moyenne estimée de 2,872 kg par colis.

De par leur nature même, les échantillons produisent des résultats variables; suivant la composition de l'échantillon, ses résultats et les valeurs estimées qui en découlent pour la base peuvent différer. Nous avons vu dans la partie théorique que, si le hasard joue un rôle important dans la formation de l'échantillon, des déductions tirées de la théorie des probabilités permettent de calculer les variations des résultats. L'*erreur d'échantillonnage absolue* sert de mesure pour l'exactitude; elle est de 0,016 kg pour le poids moyen estimé. En s'aidant de cette grandeur, on peut, comme nous l'avons vu, indiquer les limites à l'intérieur desquelles se trouve probablement la valeur exacte de la base. Des indications plus précises sont données à ce sujet sous le chiffre 2.5.2.

### 2.5.1. Poids moyens estimés et erreur d'échantillonnage

Le report sur la base des résultats de l'échantillon donne les valeurs suivantes:

	Poids moyen partiel estimé SKAG	Erreur d'échantillonnage	
		absolue	relative
Distribution	2,872 kg	0,016 kg	0,6%
Dépôt	2,605 kg	0,022 kg	0,8%
Ensemble	2,779 kg	0,013 kg	0,5%

Dans le procédé de sondage stratifié avec fractions sondées constantes, les poids moyens partiels estimés SKAG pour la base concordent nécessairement avec les valeurs moyennes obtenues directement par sondage (voir 2.4.2.). Cela s'exprime extérieurement – exception faite de quelques variations sans importance – par les facteurs de conversion identiques des différentes strates (cf. 2.5.).

Les *erreurs d'échantillonnage absolues* se meuvent dans les limites de l'exactitude exigée (cf. 2.2.2.): pour un seuil de confiance de 1%, des variations du poids moyen jusqu'à  $\pm 50$  g sont considérées comme admissibles. Reportée sur les erreurs d'échantillonnage absolues, cette exigence se traduit ainsi: le double de l'erreur d'échantillonnage absolue ne doit pas dépasser 50 g. C'est partout le cas; la conformité de l'échantillon au but recherché est ainsi indirectement confirmée. L'*erreur d'échantillonnage relative*, chiffre qui mesure l'erreur d'échantillonnage absolue en pour cent de la valeur estimée, renforce encore cette constatation. Cette erreur relative varie entre les étroites limites de 5 à 8‰, ce qui témoigne en faveur de la valeur probatoire des résultats de l'échantillon.

### 2.5.2. Limites de confiance

Connaissant l'erreur de sondage absolue, on peut indiquer les limites de confiance entre lesquelles se trouve probablement la valeur effective de la base (*tableau III*).

Tabelle III

Tableau III

Art – Nature	Intervall in kg Intervalle en kg	Vertrauensgrenze Limite de confiance in/en kg	
		untere inférieure	obere supérieure
Sicherheitsschwelle von 5 Prozent Seuil de confiance de 5 %			
Zustellung – Distribution . . . . .	2,872 ± 0,031	2,841	2,903
Aufgabe – Dépôt . . . . .	2,605 ± 0,043	2,562	2,648
Insgesamt – Ensemble . . . . .	2,779 ± 0,025	2,754	2,804
Sicherheitsschwelle von 1 Prozent Seuil de confiance de 1 %			
Zustellung – Distribution . . . . .	2,872 ± 0,041	2,831	2,913
Aufgabe – Dépôt . . . . .	2,605 ± 0,057	2,548	2,662
Insgesamt – Ensemble . . . . .	2,779 ± 0,033	2,746	2,812

Zusammenfassend werden sich demnach die tatsächlichen SKAG-Durchschnittsgewichte mit grosser Sicherheit innerhalb nachstehender Schranken befinden:

	Vertrauensintervall bei einer Sicherheitsschwelle von 1 Prozent
Zustellung	2,830–2,910 kg
Aufgabe	2,550–2,660 kg
Insgesamt	2,750–2,810 kg

Ziehen wir noch in Betracht, dass bei den «angeschriebenen» Gewichten der systematische Aufrundungsfehler gesamthaft 44 g beträgt (Ergebnis der Nachwägung), so dürften für die effektiven Durchschnittsmitte, mit der vorgegebenen Sicherheitsschwelle von 1 Prozent gerechnet, nachstehende Schranken verbindlich sein:

	Effektive partielle Durchschnittsgewichte SKAG
Zustellung	2,800–2,900 kg
Aufgabe	2,500–2,600 kg
Insgesamt	2,700–2,800 kg

Im extremen Fall wird das partielle Durchschnittsgewicht SKAG für die gesamte Zustellung und Aufgabe (Insgesamt) den Höchstwert 2,800 kg erreichen.

### 2.6. Besonderheiten für die Planung späterer Erhebungen

Nachdem in den vorangehenden Abschnitten 2.4. und 2.5. der erste Teil der Problemstellung – nämlich die Struktur des von den SKAG-Poststellen beförderten Paketverkehrs – behandelt wurde, befassen wir uns noch kurz mit der Frage, welche zusätzlichen Anhaltspunkte aus den vorliegenden Unterlagen für künftige Stichprobenplanungen bei der Paketpost gefolgert werden können. In diesem Zusammenhang interessieren vor allem nähere Angaben über die

Pour récapituler, nous dirons que les poids moyens SKAG effectifs se trouveront avec une très grande probabilité entre les limites suivantes:

	Intervalle de confiance pour un seuil de confiance de 1%
Distribution	2,830–2,910 kg
Dépôt	2,550–2,660 kg
Ensemble	2,750–2,810 kg

Pour les poids inscrits sur les colis, l'erreur systématique provenant de ce que les poids sont arrondis est pour l'ensemble de 44 g (résultat de la pesée ultérieure); les limites suivantes pourront donc être admises pour les moyennes effectives, calculées avec le seuil de confiance de 1%:

	Poids moyens partiels effectifs SKAG
Distribution	2,800–2,900 kg
Dépôt	2,500–2,600 kg
Ensemble	2,700–2,800 kg

Dans le cas extrême, le poids moyen partiel SKAG pour la distribution et le dépôt (Ensemble) atteindra la valeur maximum de 2,800 kg.

### 2.6. Particularités de la planification de sondages futurs

Après avoir traité sous les chiffres 2.4. et 2.5. la première partie du problème – savoir la structure du trafic des colis des offices de poste desservis par la SKAG, nous déterminerons rapidement quelles données supplémentaires peuvent être tirées de celles que nous avons déjà pour la planification de sondages futurs concernant les colis postaux. Il importe en premier lieu d'obtenir des indications plus détaillées

monatlichen Schwankungen des Paketverkehrs und die strukturelle Verschiedenheit nach Schichten.

Zur Abklärung dieser beiden Sachverhalte steht jetzt ein zuverlässiges Erhebungsmaterial zur Verfügung. Die Verhältnisse werden nachstehend für die «Zustellung» beurteilt. Gewisse Folgerungen lassen sich beiläufig ebenfalls auf die beiden Gruppen «Aufgabe» und «Insgesamt» übertragen.

#### 2.6.1. Monatliche Schwankungen des Paketverkehrs

- a) *Stücksendungen nach Taxstufen und Monaten.* Die in ausführlichen Übersichten ausgewiesene unterschiedliche Belegung der Taxstufen nach Monaten wurde mittels des  $\chi^2$ -Testes auf ihre Signifikanz hin untersucht und als gesichert befunden.
- b) *Prüfen der Durchschnittsgewichte nach Monaten.* Als konsequente Folge ergeben sich ebenfalls merkliche Abweichungen in den monatlichen Durchschnittsgewichten (Fig. 4).

An Feststellungen sind hier erwähnenswert:

- Die aufgegebenen Stücksendungen unterliegen grösseren Schwankungen als die zugestellten, eine Aussage, die allerdings nur gültig ist für den Paketverkehr der SKAG-Poststellen. Vorbehaltlich des nicht stark ins Gewicht fallenden Auslandsverkehrs weisen nämlich gesamtschweizerisch Aufgabe und Zustellung die gleiche Struktur auf.
- Die aus der graphischen Darstellung abgelesene Vermutung, dass sich für die «Zustellung» die monatlichen Durchschnittsgewichte Juli (3,049 kg), August (3,112 kg), September (3,078 kg) und Dezember (2,599 kg) wesentlich und nicht bloss zufallsbedingt vom Jahresdurchschnitt (2,872 kg) unterscheiden, lässt sich mit Hilfe des z-Testes einwandfrei verifizieren.

In Abhängigkeit von den Taxstufen sind die Folgerungen des Prüfverfahrens in *Tabelle IV* zusammengestellt.

- Um die Resultate übersichtlich darzustellen, bediente man sich einer besonderen Bezeichnungsweise. Bedeutungsvoll ist die Grössenordnung des geprüften z-Wertes. In Abhängigkeit von der in Betracht fallenden Sicherheitsgrenze werden hierfür ein, zwei oder drei Zeichen gesetzt, und zwar das Symbol p für positive, signifikante Unterschiede gegenüber dem Jahresdurchschnitt (Überbewertung) und das Symbol n für negative, signifikante Unterschiede (Unterbewertung).
- Bedeutungsvoll für spätere Stichprobenplanungen ist die Frage, ob und zwischen welchen Monatsdurchschnitten signifikante Unterschiede bestehen.

Auf Grund der *einfachen Streuungszerlegung* konnte zunächst mit Hilfe des *F-Testes* entschieden werden, dass die Gesamtheit der Monatsdurchschnitte beachtliche Unterschiede aufweist. Es ist deshalb sinnvoll, anhand des *t-Testes* die Monatsdurchschnitte unter sich auf ihre Signifikanz hin zu prüfen (*Tabelle V*).

Für die Monate Juli, August, September und Dezember weichen die durchschnittlichen Paketgewichte der

sur les variations mensuelles du trafic des colis et la diversité de structure d'après les strates.

Pour éclaircir ces deux points, nous disposons maintenant d'un matériel donnant toute sécurité. Nous porterons d'abord notre attention sur la «distribution». Certaines conclusions peuvent également être appliquées aux deux groupes «dépôt» et «ensemble».

#### 2.6.1. Variations mensuelles du trafic des colis

- a) *Colis, par échelons de taxe et par mois.* La répartition différente des colis entre les échantillons de taxe selon les mois, que montrent les tableaux détaillés, a été étudiée quant à sa valeur significative à l'aide du test  $\chi^2$  et s'est trouvée confirmée.
- b) *Vérification des poids moyens par mois.* Comme suite logique, on a également constaté des variations sensibles entre les poids moyens mensuels (fig. 4).

Les constatations suivantes sont intéressantes:

- Les colis déposés accusent de plus grandes variations que les colis distribués, résultat qui ne concerne cependant que les offices de poste desservis par la SKAG. Réserve faite du trafic international, peu important, dans l'ensemble de la Suisse le dépôt et la distribution présentent la même structure.
- L'hypothèse suivante, résultant de la représentation graphique: pour la distribution, les poids moyens mensuels de juillet (3,049 kg), août (3,112 kg), septembre (3,078 kg) et décembre (2,599 kg) diffèrent dans leur essence et non seulement par hasard de la moyenne annuelle (2,872 kg), est bien confirmée par le résultat du test z.

Ces résultats sont donnés dans le *tableau IV* par rapport aux échelons de taxe.

Pour exposer les résultats de manière plus claire, on a recouru à un mode de désignation spécial. L'ordre de grandeur de la valeur z vérifiée présente une grande importance. En fonction de la limite de confiance entrant en considération, on a porté dans le tableau un, deux ou trois signes, savoir le symbole p pour les différences significatives positives par rapport à la moyenne annuelle et le symbole n pour les différences significatives négatives.

- Pour la planification de sondages futurs, il importe de savoir si et entre quelles moyennes mensuelles il existe des différences significatives.

L'analyse de variance a permis de constater, au moyen du test *F*, que les moyennes mensuelles accusent entre elles d'importantes différences. Il vaut donc la peine de comparer entre elles les moyennes mensuelles, sous le rapport de leur signification, au moyen du test *t* (*tableau V*).

Pour les mois de juillet, août, septembre et décembre, les poids moyens des colis distribués diffèrent notablement de ceux des autres mois.

Index

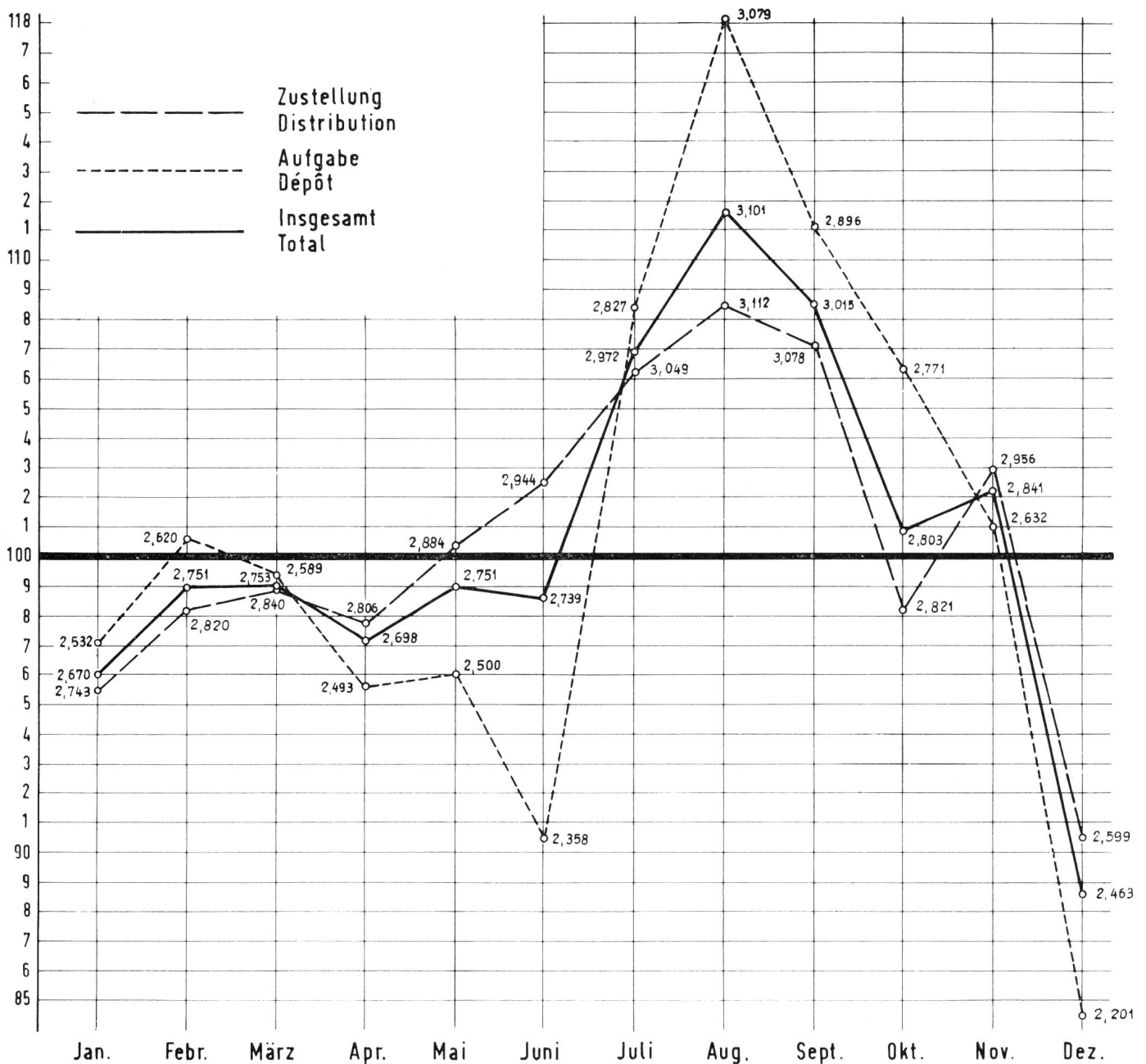


Fig. 4. Schwankungen in den monatlichen Durchschnittsgewichten (Jahresmittel = 100)  
 Variations dans les poids mensuels moyens (moyenne annuelle = 100)

zugestellten Sendungen wesentlich von jenen der übrigen Monate ab.

Sind in Tabelle IV bereits analoge Beziehungen in bezug auf den Jahresdurchschnitt nachgewiesen, so schliesst die neue Aussage einen grösseren Erkenntniswert in sich. Im Zusammenhang mit späteren Stichprobenbildungen kann jetzt gefolgert werden, dass im ersten Halbjahr die richtige anteilmässige Verteilung der Stücksendungen auf die einzelnen Monate weniger bedeutungsvoll ist, als im zweiten Halbjahr.

c) Prüfen der Streuungen nach Monaten. Nicht nur die Durchschnittsgewichte, sondern auch die Streuungsmasse der einzelnen Paketgewichte vari-

Si, dans le tableau IV, se trouvent déjà des relations analogues par rapport à la moyenne annuelle, la nouvelle constatation présente une valeur plus grande. Pour les sondages futurs, on peut dire déjà maintenant que pour le premier semestre la répartition exacte des colis entre les mois est moins importante que pour le second semestre.

c) Examen des dispersions par mois. Non seulement les poids moyens, mais aussi les valeurs de dispersion des poids des colis varient de mois en mois. (On a déjà relevé sous 1.2. que la variance  $s^2$  est déterminante pour fixer le nombre d'observations par sondage nécessaires à l'obtention de valeurs

**Signifikante Unterschiede zwischen den Monatsdurchschnitten und dem Jahresdurchschnitt (Zustellung)**

**Tabelle IV**

**Différences significatives entre les moyennes mensuelles et la moyenne annuelle (distribution)**

**Tableau IV**

Taxstufe – Echelon de taxe		Monate – Mois				
Nr. N°	Bereich in kg Intervalle en kg	Juli Juillet	August Août	September Septembre	November Novembre	Dezember Décembre
1	bis/jusqu'à 0,250	—	—	—	—	n
2	0,251– 1,000	—	n	n	—	ppp
3	1,001– 2,500	—	—	—	n	pp
4	2,501– 5,000	—	—	—	—	—
5	5,001– 7,500	—	p	—	—	nnn
6	7,501–10,000	p	—	p	—	—
7	10,001–15,000	—	pp	pp	—	nnn
8	15,001–20,000	p	—	—	—	—
9	über/au-dessus de 20,000	—	—	—	—	—

z-Test: Sicherheitsgrenze Test z: Seuil de sécurité	Signifikante Unterschiede Différences significatives
	positiv      negativ positives    négatives
z (0,05) = ± 1,960	p            n
z (0,01) = ± 2,576	pp          nn
z (0,001) = ± 3,291	ppp        nnn

ieren von Monat zu Monat. (Es wurde im Abschnitt 1.2. darauf hingewiesen, dass es vom Mass der Veränderlichkeit  $s^2$  abhängt, ob mehr oder weniger Stichprobenbeobachtungen erforderlich sind, um zuverlässige Schätzwerte zu erhalten.) Eine gründliche Analyse der monatlichen Streuungen zeigte, – dass nach dem *Test von Bartlett* signifikante Unterschiede zwischen den monatlichen Streuungen der Paketgewichte bestehen;

d'estimation suffisamment exactes.) L'analyse poussée des dispersions mensuelles montra que selon *le test de Bartlett* il existe des différences significatives entre les dispersions mensuelles des poids des colis; que, sous le rapport du poids des colis, les mois de juin, juillet, août, septembre accusent une plus grande variabilité et le mois de décembre une variabilité notablement plus faible que les autres mois.

**Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Monatsdurchschnitten (Zustellung)**

**Tabelle V**

**Différences significatives entre les moyennes mensuelles (distribution)**

**Tableau V**

Monat – Mois	Monate – Mois										
	Februar Février	März Mars	April Avril	Mai Mai	Juni Juin	Juli Juillet	August Août	September Septembre	Oktober Octobre	November Novembre	Dezember Décembre
Januar – Janvier	—	—	—	—	*	***	***	***	—	**	*
Februar – Février	.	—	—	—	—	**	***	**	—	—	**
März – Mars	.	.	—	—	—	**	***	**	—	—	***
April – Avril	.	.	.	—	—	**	***	***	—	—	**
Mai – Mai	.	.	.	.	—	*	**	*	—	—	***
Juni – Juin	.	.	.	.	.	—	*	—	—	—	***
Juli – Juillet	.	.	.	.	.	.	—	—	**	—	***
August – Août	.	.	.	.	.	.	.	—	***	*	***
September – Septembre	.	.	.	.	.	.	.	.	**	—	***
Oktober – Octobre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—	**
November – Novembre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	***

t-Test: Sicherheitsgrenze Test t: Limite de sécurité	Signifikante Unterschiede Différences significatives
t (0,05) = ± 1,960	*
t (0,01) = ± 2,576	**
t (0,001) = ± 3,291	***

- dass gewichtsmässig die Monate Juni, Juli, August, September eine erheblich grössere und der Monat Dezember eine erheblich niedrigere Variabilität der Stücksendungen aufweisen als jene der übrigen Monate.

Die für spätere Erhebungen sich ergebende Folgerung lautet: *Um eine optimale Stichprobe zu erhalten, drängt sich eine Auswahl der Stücksendungen nach monatlich variablen Anteilen auf. Anteilsmässig am stärksten werden die Monate Juni, Juli, August und September, am schwächsten dagegen der Monat Dezember zu belegen sein.*

### 2.6.2. Strukturelle Verschiedenheit nach Schichten

Die bisherigen Betrachtungen in Abhängigkeit von den Monaten lassen sich sinngemäss auf die Schichten, das heisst auf die Verkehrs-Grössenklassen der Poststellen übertragen. Allerdings können hier die Folgerungen für spätere Stichprobenplanungen nicht ohne Vorbehalt übernommen werden, weil die geprüften, an konzessionierten Automobillinien gelegenen Poststellen, wie bereits bemerkt, einseitig in ländlichen Gegenden liegen; sie sind somit, was ihren Rang betrifft, von ausgesprochen niedriger Ordnung. Trotzdem bietet das vorliegende Erhebungsmaterial wertvolle Anhaltspunkte über die Gesetzmässigkeiten, die bei einer solchen Grössenklassenschichtung zu gewärtigen sind.

Die wesentliche, hinsichtlich der *Durchschnittsgewichte* gewonnene Erkenntnis besteht darin, *dass man sich künftig mit einer viel grösseren Grössenklassenschichtung begnügen kann*, da sich lediglich das Durchschnittsgewicht der 7. Schicht (Poststellen mit jährlich über 50 000 Stücksendungen) von den Mittelwerten der anderen Schichten signifikant abhebt.

Das Prüfen der *Streuungen* nach Schichten lässt eine gewisse Gesetzmässigkeit in der Variabilität erkennen, indem festgestellt wurde, dass mit zunehmendem Umsatz die Veränderlichkeit der Stücksendungen wächst. Es lassen sich auch signifikante Unterschiede in den Streuungen nach Schichten nachweisen. Wurden für die vorliegende Stichprobe infolge mangelnder Kenntnis der Schichtungsverhältnisse die Einheiten *proportional* zu ihrem Vorkommen in den Schichten ausgewählt, so kann jetzt für künftige Erhebungen ein wirksameres Verfahren angewandt werden: Um die Auswahl *optimal* zu gestalten, sind die nach Schichten gegliederten Poststellen mit *variablen* Anteilen zu belegen.

### 2.7. Zusammenfassende Beurteilung

Diese Erhebung über den Paketverkehr war in zweifacher Hinsicht aufschlussreich: Einmal ergaben sich neuartige Erkenntnisse über die Struktur der Stücksendungen der an konzessionierten Automobillinien gelegenen Poststellen; sodann konnten wichtige Folgerungen für eine wirksame Planung späterer, umfassenderer Stichprobenerhebungen über den gesamtschweizerischen Paketverkehr gewonnen werden.

La conséquence suivante en résulte pour les sondages futurs: *pour obtenir un résultat de sondage optimum, il importe d'appliquer des quotes-parts variables selon les mois. Les mois de juin, juillet, août et septembre auront les quotes-parts les plus fortes, décembre la quote-part la plus faible.*

### 2.6.2. Différences de structure par strates

Les considérations qui précèdent, relatives à la répartition par mois, peuvent être reportées par analogie sur la répartition par strates, c'est-à-dire par classes de grandeur du trafic des offices de poste. Les conclusions qu'on en tire ne peuvent cependant pas servir sans autre forme de procès à des sondages futurs, car les offices de poste intéressés, situés sur des lignes d'automobiles concessionnaires, se trouvent dans des régions à caractère rural; ils appartiennent donc à une classe inférieure en ce qui concerne le trafic. Les résultats obtenus donnent néanmoins de précieux renseignements sur ce qu'on peut attendre d'une telle stratification par classes de grandeur.

L'importante constatation faite quant aux *poids moyens* est qu'on pourra à l'avenir se contenter d'une stratification moins précise, car seul le poids moyen pour la 7<sup>e</sup> strate (offices de poste traitant annuellement plus de 50 000 colis) diffère de manière significative des valeurs moyennes des autres strates.

L'examen des *dispersions* par strates fait apparaître une certaine loi de variabilité; on a constaté en effet que la variabilité du poids des colis augmente avec leur nombre. On a relevé également des différences significatives dans les dispersions par strates. Alors que pour le présent sondage on a, manquant de renseignements sur les conditions de stratification, choisi les unités *proportionnellement* à leur apparition dans les diverses strates, on pourra, à l'avenir, appliquer un procédé plus efficace: pour opérer un choix *optimum*, on attribuera des quotes-parts *variables* aux offices de poste rangés par strates.

### 2.7. Appréciation générale

Cette enquête sur le trafic des colis postaux fut très instructive sous deux rapports: d'une part, elle a fourni des informations actuelles sur la structure du trafic des offices de poste situés le long de lignes d'automobiles concédées. Elle a ainsi permis de tirer des conclusions importantes pour la planification de sondages futurs portant sur l'ensemble du trafic des colis en Suisse.

Mais le résultat principal fut la détermination exacte, par le procédé le plus rationnel, du poids moyen partiel des colis traités par la SKAG. *Ce poids est pour l'ensemble (colis distribués et déposés) de 2,800 kg au maximum.*

Il a été relevé sous 1.2. que, par rapport à tous les autres procédés abrégés, celui des sondages se distingue par la *possibilité de calculer l'erreur*. Le succès que l'entreprise des PTT a enregistré entre temps

Als Hauptergebnis verdient hervorgehoben zu werden: Die einwandfreie und auf rationellste Weise durchgeführte Abklärung des partiellen Durchschnittsgewichtes SKAG. *Dieses ist insgesamt (zugestellte und aufgegebene Pakete) mit höchstens 2,800 kg zu veranschlagen.*

Es wurde im Abschnitt 1.2. darauf hingewiesen, dass sich die Zufallsstichproben gegenüber allen anderen Kurzverfahren durch die *Möglichkeit der Fehlerberechnung* auszeichnen. In welchem Masse der sich daraus ergebende *Vertrauensbereich den Wert einer Schätzung tatsächlich zu erhöhen vermag*, kann aus dem Erfolg geschlossen werden, den die PTT-Betriebe mit diesen Ergebnissen inzwischen erzielten: Die Transportunternehmen anerkannten deren Schlüssigkeit nach eingehender Überprüfung der Stichprobenunterlagen und fügten sich einer Herabsetzung des Gewichtssatzes und der damit verbundenen Zahlungen der PTT.

Die grosse finanzielle Bedeutung dieses Sachverhaltes für die Post zeigt sich eindrücklich darin, dass im Durchschnitt der vergangenen zwei Jahrzehnte auf je ein Gramm des Mittelgewichtes alljährlich insgesamt mehr als 8000 Franken Transportentschädigungen bezahlt werden mussten.

montre combien *le degré de confiance résultant de cette possibilité peut augmenter la valeur d'une estimation*: après avoir examiné avec soin les documents relatifs aux sondages, les entreprises de transport ont reconnu la validité des résultats obtenus; elles ont admis une réduction du poids moyen et, partant, des paiements des PTT.

Le fait qu'au cours des deux dernières décennies la poste a dû payer chaque année, en tout, plus de 8000 francs d'indemnités de transport par gramme de poids moyen, montre bien l'importance financière des constatations faites.

### Bibliographie

- H. Kellerer. Theorie und Technik des Stichprobenverfahrens. 1953, Einzelschriften der Deutschen Statistischen Gesellschaft, München.
- A. Linder. Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. 1960, Birkhäuser-Verlag, Basel.
- W. Saxer. Über die Entwicklung des Gesetzes der Grossen Zahlen und dessen Anwendungen. Industrielle Organisation Nr. 11/1956, Zürich.

## Anhang 1

## Appendice 1

### 1. Geschichtete Stichprobe im heterograden Fall; benötigte Symbole Echantillon stratifié hétérograde; symboles employés

Anzahl der Schichten Nombre des strates	1, 2, ..., l, ..., m	Grundgesamtheit Base		Stichprobe Echantillon
Anzahl der Untersuchungseinheiten (Pakete) in der k. Schicht Nombre des unités (colis) dans la strate k		$N_k$		$n_k$
Gesamtzahl der Untersuchungseinheiten (UE) Nombre total des unités (UE)		$N = \sum_{k=1}^m N_k$		$n = \sum_{k=1}^m n_k$
Merkmal der i. Einheit in der k. Schicht Variable de l'unité i dans la strate k		$A_{ik}$		$X_{ik}$
Summenwert der UE in der k. Schicht Somme des UE dans la strate k		$X_{.k} = \frac{N_k}{n_k} x_{.k}$	(geschätzt estimé)	$x_{.k} = \sum_{i=1}^{n_k} X_{ik}$
Durchschnitt der UE in der k. Schicht Moyenne arithmétique des UE dans la strate k		$\bar{X}_{.k} = \frac{1}{N_k} X_{.k} = \bar{x}_{.k}$	(geschätzt estimé)	$\bar{x}_{.k} = \frac{1}{n_k} x_{.k}$
Summenwert der UE in allen Schichten Somme des UE dans toutes les strates		$X_{..} = \sum_{k=1}^m X_{.k}$	(geschätzt estimé)	$x_{..} = \sum_{k=1}^m x_{.k} = \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^{n_k} X_{ik}$
Durchschnittswert der UE in allen Schichten Moyenne arithmétique des UE dans toutes les strates		$\bar{X}_{..} = \frac{1}{N} \sum_k X_{.k} = \frac{1}{N} \sum_k N_k \bar{x}_{.k}$	(geschätzt estimé)	$\bar{x}_{..} = \frac{1}{n} x_{..}$
Streuung der Elemente in der k. Schicht Dispersion des éléments dans la strate k		$s^2(X_{.k}) = \frac{N_k^2 (N_k - n_k)}{n_k (N_k - 1)} S^2_{.k}$	(geschätzt estimé)	$S^2_{.k} = \frac{1}{n_k (n_k - 1)} \left\{ n_k \sum_{i=1}^{n_k} X_{ik}^2 - \left( \sum_{i=1}^{n_k} X_{ik} \right)^2 \right\}$

## 2. Zusammenfassung der Ergebnisse – Récapitulation des résultats

	Symbole – Symboles	Ergebnisse – Résultats
1. Stichprobe – Echantillon		
Umfang – Taille	$n$	49 036 Paketsendungen – Colis
Merkmal – Variable	kg	kg
Masszahlen – Statistiques		
Summenwert – Somme	$x_{..} = \sum_{k=1}^m x_{.k} = \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^{n_k} x_{ik}$	136 271,0
Durchschnitt Moyenne arithmétique	$\bar{x}_{..} = \frac{1}{n} x_{..}$	2,779
Streuung (Einzelwerte) Dispersion (des variables)	$s_{..}^2 = \frac{1}{n(n-1)} \left\{ n \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^{n_k} x_{ik}^2 - \left( \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^{n_k} x_{ik} \right)^2 \right\}$	8,078 957
Mittlere quadratische Ab- weichung Ecart-type	$s_{..} = \sqrt{s_{..}^2}$	2,842
2. Grundgesamtheit – Base		
Umfang – Taille	$N$	4 888 271 Paketsendungen – Colis
Umwertungsfaktoren Facteurs de conversion	$\frac{N}{n}$	99,687 393
	$\frac{N-n}{N-1} \frac{1}{n}$	0,020 188 · 10 <sup>-3</sup>
Zuverlässiger Schätzwert (Durchschnitt) Valeur estimée sans biais (Moyenne arithmétique)	$\bar{X}_{..} = \frac{1}{N} \sum_k X_{.k} = \frac{1}{N} \sum_k N_k \bar{x}_{.k}$	2,779
Streuung der Summenwerte Dispersion des sommes	$s^2(X_{..}) = \sum_{k=1}^m \frac{N_k^2 (N_k - n_k)}{n_k (N_k - 1)} s_{.k}^2$	3 886 185 766
Stichprobenfehler Erreur de sondage		
absolut – absolue	$s^2(\bar{X}_{..}) = \frac{1}{N^2} s^2(X_{..}); s(\bar{X}_{..})$	0,013
relativ – relative	$V(\bar{X}_{..}) = \frac{s(\bar{X}_{..})}{\bar{X}_{..}} 100$	0,5 ‰
3. Schätzintervall (Vertrauensgrenzen bei einer Sicherheitsschwelle von 1 Prozent) Intervalle d'estimation (limites de confiance pour un seuil de confiance de 1 pour cent)		
Durchschnittsgewicht in kg – Poids moyen en kg		
$2,779 \pm 0,033$		

3. Prüfverfahren – Tests

Einfache Streuungszerlegung – Analyse de variance

Streuung Dispersion	Freiheitsgrade Degrés de liberté	Summe der Quadrate Somme des carrés	Durchschnittsquadrate Carrés moyens
Zwischen den Monaten Entre les mois	$m - 1$	$\sum_{k=1}^m \bar{x}_{.k} \left( \sum_{i=1}^{n_k} x_{ik} \right) - \frac{1}{n} \left( \sum_k \sum_i x_{ik} \right)^2 = A$	$s_1^2 = \frac{A}{m-1}$
Innerhalb der Monate Dans les mois	$n - m$	$C - A = B$	$s_2^2 = \frac{B}{n-m}$
Insgesamt – Ensemble	$n - 1$	$\sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^{n_k} x_{ik}^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_k \sum_i x_{ik} \right)^2 = C$	

*F-Test*  
*Test F*  $F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$ , mit  $n^*_1 = m - 1$ ,  $n^*_2 = n - m$   
avec

*t-Test*  
*Test t*  $t = \frac{|\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{.k}|}{s_2} \cdot \sqrt{\frac{n_j n_k}{n_j + n_k}}$  mit  $n^* = n - m$   
avec

*χ²-Test*  
*Test χ²*  $\chi^2 = N \left\{ \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n \frac{(A_{ik})^2}{(A_{.i})(N_{.k})} - 1 \right\}$ , mit  $n^* = (m - 1)(n - 1)$  Freiheitsgrade  
avec Degrés de liberté

Test von *BARTLETT*  
Test de

Monat – Mois k	$n_k - 1$	$\frac{1}{n_k - 1}$	$s_{.k}^2$	$\log s_{.k}^2$	$(n_k - 1) \log s_{.k}^2$
1					
·					
·					
12					
Zusammen Ensemble					

$$\bar{s}^2 = \frac{1}{n-m} \sum_{k=1}^m (n_k - 1) \cdot s_{.k}^2 = \frac{1}{n-m} \left\{ \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^{n_k} x_{ik}^2 - \sum_{k=1}^m \frac{1}{n_k} \left( \sum_{i=1}^{n_k} x_{ik} \right)^2 \right\}$$

$$\chi^2 = \frac{1}{M} \left( (n-m) \log \bar{s}^2 - \sum_{k=1}^m (n_k - 1) \log s_{.k}^2 \right), \text{ mit } \frac{1}{M} = 2,302585; n^* = m - 1$$

$$\chi_c^2 = \frac{1}{c} \chi^2, \text{ mit } c = 1 + \frac{1}{3(m-1)} \left\{ \sum_{k=1}^m \frac{1}{n_k - 1} - \frac{1}{n-m} \right\}$$

*z-Test*  
*Test z*  $z = \frac{s_j - s_k}{\sigma_{s_j - s_k}}$ ; mit  $\sigma_{s_j - s_k}^2 = \frac{1}{2} \left( \frac{s_j^2}{n_j} + \frac{s_k^2}{n_k} \right)$

Anmerkung: Die Indices j und k im t- bzw. z-Test beziehen sich auf die Vergleichsmonate

Remarque: Les indices j et k dans les tests t et z se rapportent aux mois pris comme termes de comparaison