

Gewichtung bei Erhebungen im Festnetz und über Mobilfunk: ein Dual Frame Ansatz

Gabler, Siegfried; Ayhan, Öztas

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sammelwerksbeitrag / collection article

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

GESIS - Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Gabler, S., & Ayhan, Ö. (2007). Gewichtung bei Erhebungen im Festnetz und über Mobilfunk: ein Dual Frame Ansatz. In S. Gabler, & S. Häder (Hrsg.), *Mobilfunktelefonie - eine Herausforderung für die Umfrageforschung* (S. 39-45). Mannheim: GESIS-ZUMA. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-49118-7>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

GEWICHTUNG BEI ERHEBUNGEN IM FESTNETZ UND ÜBER MOBILFUNK: EIN DUAL FRAME ANSATZ

SIEGFRIED GABLER & ÖZTAS AYHAN¹

***Abstract:** Werden Telefonstichproben sowohl aus dem Auswahlrahmen des Festnetzes als auch des Mobilfunks gezogen, stellt sich die Frage, wie man die Ergebnisse sinnvoll kombiniert. Der folgende Beitrag beschäftigt sich mit dem Dual Frame Ansatz und der daraus resultierenden Gewichtungsmöglichkeit. Die für die Schätzung benötigten Gewichte lassen sich relativ einfach unter der Grundannahme berechnen, dass die Wahrscheinlichkeit, zwei Mitglieder desselben Haushalts über verschiedene Wege auszuwählen, vernachlässigbar ist.*

1 Einleitung

In den letzten Jahren wurden telefonische Umfragen allein auf der Grundlage der Festnetznummern durchgeführt. Da jedoch der Anteil von reinen Mobilfunkhaushalten auch in Deutschland steigt und ihre Struktur sich wesentlich von der von anderen Haushalten unterscheidet, ist auch diese Gruppe in einer Stichprobe zu untersuchen, um nicht dem Übel der Verzerrung auf Grund eines zu großen Undercoverage anheim zu fallen. In den USA werden inzwischen ebenfalls Anstrengungen auf diesem Gebiet unternommen: “According to the February 2004 Current Population Survey (CPS) supplement, over 50 percent of households had one or more cell phones, and about 6 percent had only cell phones” (Tucker, Brick & Meekins, 2005, vgl. auch Brick et al., 2007).

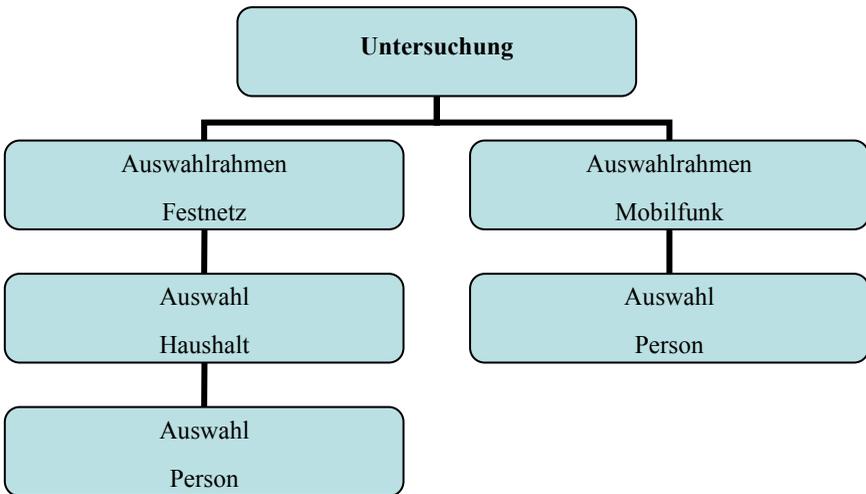
¹ Department of Statistics, Middle East Technical University, Ankara Türkei; Prof. Ayhan war im Jahr 2006 Gastprofessor beim ZUMA.

2 Der Dual Frame Ansatz

Festnetzstichproben können auf erster Stufe vereinfacht als Haushaltsstichproben aufgefasst werden. Innerhalb des Haushalts wird dann über ein Zufallsverfahren – im besten Fall über den Schwedenschlüssel – eine Person zufällig ausgewählt und befragt. Damit werden bei Bevölkerungsbefragungen über das Festnetz Personen mit unterschiedlichen Auswahlwahrscheinlichkeiten ausgewählt und es muss eine Transformation auf Personenebene erfolgen, die die Zahl der zur Zielgesamtheit gehörenden Personen im Haushalt berücksichtigt. Bei Mobilfunkstichproben handelt es sich jedoch eher um Personenstichproben. Hier kann die Transformationsgewichtung unterbleiben. Ein Modell für die Kombination beider Stichproben ist zu entwickeln. Der Dual Frame Ansatz liefert dazu das statistische Gerüst. Abbildung 1 veranschaulicht dies grafisch.

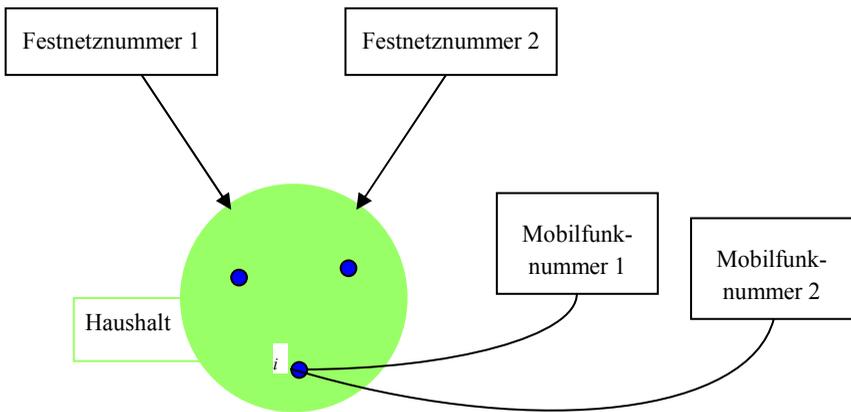
Dual oder multiple Frame Ansätze werden allgemeiner etwa bei Hartley (1974), Lepkowski und Groves (1986), Lohr und Rao (2000, 2006), Skinner (1991) und Skinner und Rao (1996) beschrieben. Im Zusammenhang mit Telefonumfragen verweisen wir auf Blair und Blair (2006), Brick, Dipko, Presser, Tucker und Yuan (2006), Brick et al. (2007), Kim und Lepkowski (2002), Tucker et al. (2007).

Abbildung 1: Auswahl über zwei Auswahlrahmen



Da es keine Liste von Personen in „nur Mobilfunkhaushalten“ gibt, bleibt nur die Möglichkeit, wie bei einem Dual Frame Ansatz üblich, Nummern sowohl aus der Liste der theoretisch möglichen Festnetznummern als auch aus der Liste der theoretisch möglichen Mobilfunknummern auszuwählen und über die ausgewählten Nummern dahinter stehende Personen zu befragen. In vielen Fällen haben Personen aber sowohl eine oder auch mehrere Festnetz- als auch Mobilfunknummer(n). Dies wird in Abbildung 2 verdeutlicht. Dort ist ein 3- Personenhaushalt mit zwei Festnetznummern dargestellt. Ein Haushaltsmitglied verfügt überdies über zwei Mobilfunknummern.

Abbildung 2: Haushalt mit Festnetz- und Mobilfunknummern



3 Gewichtung

Um eine allgemeine Formel für die Inklusionswahrscheinlichkeiten von Personen in eine Stichprobe angeben zu können, definieren wir die relevanten Parameter wie folgt:

| Festnetz | Mobilfunk |
|---|---|
| M^F Zahl der Nummern im Auswahlrahmen | M^C Zahl der Nummern im Auswahlrahmen |
| m^F Zahl der Nummern in der Stichprobe Auswahl: uneingeschränkte Zufallsauswahl | m^C Zahl der Nummern in der Stichprobe Auswahl: uneingeschränkte Zufallsauswahl |
| k_i^F Zahl der Festnetznummern, über die der Haushalt, in dem Person i wohnt, erreicht werden kann. | k_i^C Zahl der Mobilfunknummern, über die Person i erreicht werden kann. |
| z_i Zahl der zur Zielgesamtheit gehörenden Personen im Haushalt, in dem Person i wohnt. | |

Zur Vereinfachung der noch abzuleitenden Formeln wollen wir folgende Grundannahme treffen:

Die Wahrscheinlichkeit, dass zwei (nicht notwendig verschiedene) Mitglieder desselben Haushalts über verschiedene Wege ausgewählt werden, ist vernachlässigbar.

Diese Annahme kann bei kleinen regionalen Stichproben problematisch sein.

Mit den getroffenen Bezeichnungen und der Grundannahme lassen sich nun die Inklusionswahrscheinlichkeiten erster und zweiter Ordnung herleiten, die für die Schätzung mittels des Horvitz-Thompson-Schätzers bzw. dessen Varianzschätzers benötigt werden.

Betrachten wir zuerst den Fall, dass Person i in der Festnetzstichprobe ist. Wegen der Grundannahme vernachlässigen wir Stichproben, die einen Haushalt über verschiedene Festnetznummern enthalten. Daher ist

$$\pi_i^F \approx k_i^F \frac{m^F}{M^F} \cdot \frac{1}{z_i} .$$

Betrachten wir jetzt den Fall, dass Person i in der Mobilfunkstichprobe ist. Wegen der Grundannahme vernachlässigen wir Stichproben, die diese Person über verschiedene Mobilfunknummern enthalten. Daher ist

$$\pi_i^C \approx k_i^C \frac{m^C}{M^C} .$$

Außerdem vernachlässigen wir den Fall, dass Person i sowohl über den Festnetz- als auch über den Mobilfunkauswahlrahmen in die Stichprobe gelangt, d.h.

$$\pi_i^{F \cap C} = \pi_i^F \pi_i^C \approx 0 .$$

Damit ist für jede Person i in der Erhebungsgesamtheit die Wahrscheinlichkeit, ausgewählt zu werden, gegeben durch:

$$\pi_i \approx k_i^F \frac{m^F}{M^F} \cdot \frac{1}{z_i} + k_i^C \frac{m^C}{M^C} .$$

Beweis: Für $i = 1, \dots, N$ gilt wegen der Unabhängigkeit der Ziehungen aus den beiden Gesamtheiten und der Grundannahme

$$\begin{aligned} \pi_i &= 1 - (1 - \pi_i^F)(1 - \pi_i^C) \\ &= \pi_i^F + \pi_i^C - \pi_i^F \pi_i^C \\ &\approx k_i^F \frac{m^F}{M^F} \cdot \frac{1}{z_i} + k_i^C \frac{m^C}{M^C} \end{aligned}$$

Analog ist für Personen i, j aus verschiedenen Haushalten

$$\begin{aligned} \pi_{ij} &\approx k_i^F k_j^F \frac{m^F(m^F-1)}{M^F(M^F-1)} \cdot \frac{1}{z_i} \frac{1}{z_j} + k_i^F k_j^C \frac{m^F m^C}{M^F M^C} \cdot \frac{1}{z_i} + k_j^C k_i^F \frac{m^F m^C}{M^F M^C} \cdot \frac{1}{z_j} + k_i^C k_j^C \frac{m^C(m^C-1)}{M^C(M^C-1)} \\ &\approx \left(k_i^F \frac{m^F}{M^F} \right) \left(k_j^F \frac{m^F}{M^F} \right) \cdot \frac{1}{z_i} \frac{1}{z_j} + \left(k_i^F \frac{m^F}{M^F} \right) \left(k_j^C \frac{m^C}{M^C} \right) \cdot \frac{1}{z_i} + \left(k_j^C \frac{m^C}{M^C} \right) \left(k_i^F \frac{m^F}{M^F} \right) \cdot \frac{1}{z_j} + \left(k_i^C \frac{m^C}{M^C} \right) \left(k_j^C \frac{m^C}{M^C} \right) \\ &\approx \pi_i \pi_j \end{aligned}$$

Für Personen $i \neq j$ aus dem gleichen Haushalt gilt nach der Grundannahme

$$\pi_{ij} \approx 0 .$$

Es ließe sich auch eine exakte Berechnung der Inklusionswahrscheinlichkeiten herleiten. Dabei müssten auch die Stichproben berücksichtigt werden, bei denen ein Haushalt mehrfach in die Stichprobe gelangt. Im Falle der Festnetzstichprobe ist

$$\pi_i^F = \sum_{j=0}^{k_i^F} \left(1 - \left(1 - \frac{1}{z_i} \right)^j \right) \frac{\binom{k_i^F}{j} \binom{M^F - k_i^F}{m^F - j}}{\binom{M^F}{m^F}}$$

bei den Mobilfunkstichproben ist

$$\pi_i^C = \sum_{j=1}^{k_i^C} \frac{\binom{k_i^C}{j} \binom{M^C - k_i^C}{m^C - j}}{\binom{M^C}{m^C}}.$$

Da selbst dann, wenn ein Haushalt oder eine Person mehrfach ausgewählt wird, dieser oder diese nicht mehrfach befragt würde, sind vom praktischen Standpunkt her die Approximationen für die Inklusionswahrscheinlichkeiten völlig ausreichend. Aus Sicht der Praxis ist auch weiter festzulegen, welche Werte für k_i^F und k_i^C zu verwenden sind. Im Interview kann es durchaus schwierig sein, die Zahl der Festnetz- und Mobilfunkanschlüsse zu erfassen (vgl. Beitrag von Gerd Meier in diesem Band). Zudem zeigen Erfahrungen, dass die diesbezüglichen Angaben der Befragten nicht immer valide sind. Dies kann zu Verzerrungen führen. Darüber hinaus erfordert die exakte Abfrage der Zahl der verschiedenen Telefonanschlüsse im Interview relativ viel Zeit und ihre Relevanz ist für den Befragten nicht unmittelbar einsehbar, was Auswirkungen auf die Ausschöpfung der Stichprobe haben kann. Weiter ist nicht klar, ob die Zuordnung der Personen auf die Telefonnummern so eindeutig wie beschrieben ist und ob ihre Erreichbarkeit über die verschiedenen Telefonnummern tatsächlich gegeben ist.

Eine praktische Anwendung der gegebenen Formeln ist in dem Beitrag von Hermann Hoffmann in diesem Band zu finden.

Literatur

- Blair, E. & Blair, J. (2006). Dual Frame Web–Telephone Sampling for Rare Groups. *Journal of Official Statistics*, 22, 211-220.
- Brick, M., Brick, P., Dipko, S., Presser, S., Tucker, C. & Yuan, Y. (2007). Cell Phone Survey Feasibility in The U.S.: Sampling and Calling Cell Numbers Versus Landline Numbers. *Public Opinion Quarterly*, 71, 23-39.
- Brick, M., Dipko, S., Presser, S., Tucker, C. & Yuan, Y. (2006). Nonresponse Bias in a Dual Frame Sample of Cell and Landline Numbers. *Public Opinion Quarterly*, 70, Special Issue 2006, 780-793.
- Hartley, H. O. (1974). Multiple Frame Methodology and Selected Applications. *Sankhya, the Indian Journal of Statistics, Series C*, 36, 99-118.
- Kim, S. & Lepkowski, J. (2002). Telephone Household Non-Coverage and Mobile Telephones. *American Association for Public Research 2002: Strengthening Our Community - Section on Survey Research Methods*, 1845-1850.
- Lepkowski, J. & Groves, R. (1986). A Mean Squared Error Model for Dual Frame, Mixed Mode Survey Design. *Journal of the American Statistical Association*, 81, 930-937.
- Lohr, S. & Rao, J. N. K. (2000). Inference from Dual Frame Surveys. *Journal of the American Statistical Association*, 95, 271-280.
- Lohr, S. & Rao, J.N.K. (2006). Estimation in Multiple-Frame Surveys. *Journal of the American Statistical Association*, 101, 1019-1030.
- Skinner, C. (1991). On the Efficiency of Raking Ratio Estimation for Multiple Frame Surveys. *Journal of the American Statistical Association*, 86, 779-784.
- Skinner, C. & Rao, J. N. K. (1996). Estimation in Dual Frame Surveys with Complex Designs. *Journal of the American Statistical Association*, 91, 349-356.
- Tucker, C., Brick, M. & Meekins, B. (2007). Household Telephone Service and Usage Patterns in the United States in 2004: Implications for telephone samples. *Public Opinion Quarterly*, 71, 3-22.