

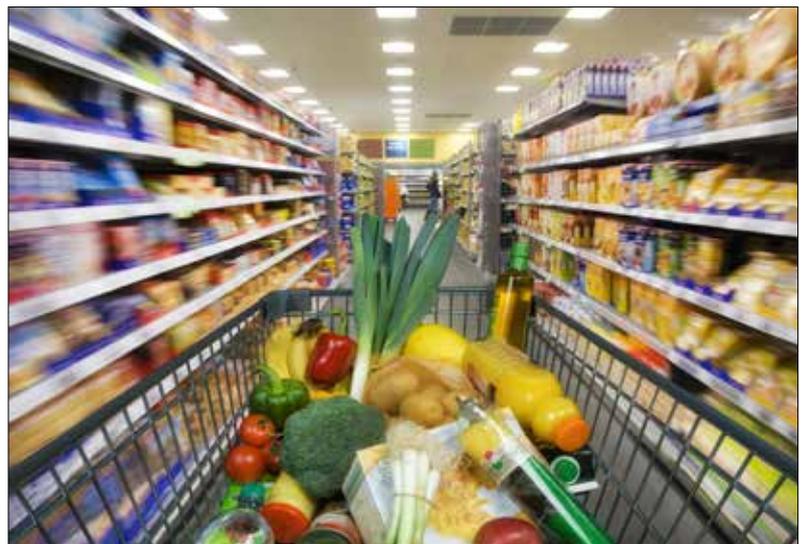
Die Regionalisierung der Hessischen Jahrerhebung im Einzelhandel anhand von Small-Area-Verfahren

Der Einzelhandel stellt als Bindeglied zwischen Produzenten und Konsumenten einen wichtigen Indikator zur Beurteilung der aktuellen Konjunktur dar. Insbesondere auf regionaler Ebene sind entsprechende Kennzahlen aussagekräftig zur Beurteilung der einzelhandelsbezogenen Attraktivität des Standortes. Eine Bewertung der Struktur, der Rentabilität und der Produktivität hessischer Einzelhandelsunternehmen wird durch die bundesweit durchgeführte Jahrerhebung im Einzelhandel ermöglicht. Im Folgenden wird untersucht, inwieweit die Anwendung sogenannter Small-Area-Verfahren bei der Auswertung der Jahrerhebung im Einzelhandel zu zuverlässigen Schätzungen auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte führen. Von Julia Manecke

1. Die Hessische Jahrerhebung im Einzelhandel

Die Jahrerhebung im Einzelhandel erfasst als Teil der Handelsstatistik aussagekräftige Kennzahlen rechtlich selbstständiger Unternehmen, die ihren Sitz in Deutschland haben und gemäß der aktuellen Klassifikation der Wirtschaftszweige (WZ) der Abteilung 47 „Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)“ angehören (siehe Statistisches Bundesamt, 2008). Da die Erhebungseinheit das rechtlich selbstständige Unternehmen ist, umfassen die erhobenen Kennzahlen einer rechtlichen Einheit alle dazugehörigen rechtlich unselbstständigen inländischen Verkaufsfilialen sowie Hilfs- und Nebenbetriebe (siehe Statistisches Bundesamt, 2016a). Im Jahr 2014 belief sich die Anzahl der rechtlich eigenständigen Einzelhandelsunternehmen in Hessen auf insgesamt 23 291 Einheiten (siehe Hessisches Statistisches Landesamt, 2016).

Nach Abzug der echten und unechten Antwortausfälle haben für das Jahr 2014 insgesamt 2274 Einheiten an der hessischen Jahrerhebung im Einzelhandel teilgenommen. Die Erhebung erfolgt anhand einer dreifach geschichteten Zufallsstichprobe mit den Schichtungsmerkmalen „Bundesland“, „Umsatzgrößenklasse“ und „Branchengruppe“. Die Branchengruppen der WZ-Ab-



© Eisenhans - Fotolia.com

teilung 47 (Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)) sind die WZ-Gruppen 47.1 bis 47.9, im Folgenden auch WZ-Dreisteller genannt.

Der im Statistischen Bericht der Hessischen Jahrerhebung 2014 veröffentlichte geschätzte Gesamtumsatz aller hessischen Einzelhandelsunternehmen beträgt 23,68 Mrd. Euro (siehe Hessisches Statistisches Landesamt, 2016). Zudem wurde die Zahl der beschäftigten Personen auf 177 213 geschätzt. Die Höhe der Bruttoentgelte beträgt schätzungsweise 2,40 Mrd. Euro. Durch das Schichtungsverfahren ist zudem gewährleistet, dass je Bundesland zuverlässige

Tabelle 1: Kennzahlen hessischer Einzelhandelsunternehmen (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen) 2014 nach Wirtschaftszweigen

WZ-Gruppe/ WZ-Abteilung	Wirtschaftszweig	Unternehmen	Beschäftigte	Umsatz	Bruttoentgelte
				Mill. Euro	
47	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	23 291	177 213	23 684	2 396
47.1	Einzelhandel mit Waren verschiedener Art (in Verkaufsräumen)	3 076	52 753	7 507	639
47.2	Einzelhandel mit Nahrungs- und Genussmitteln, Getränken und Tabakwaren (in Verkaufsräumen)	2 883	15 832	1 210	145
47.3	Einzelhandel mit Motorenkraftstoffen (Tankstellen)	350	2 999	517	26
47.4	Einzelhandel mit Geräten der Informations- und Kommunikationstechnik (in Verkaufsräumen)	920	6 655	1 452	165
47.5	Einzelhandel mit sonstigen Haushaltsgeräten, Textilien, Heimwerker- und Einrichtungsbedarf (in Verkaufsräumen)	3 095	18 390	2 065	297
47.6	Einzelhandel mit Verlagsprodukten, Sportausrüstungen und Spielwaren (in Verkaufsräumen)	1 765	9 595	842	101
47.7	Einzelhandel mit sonstigen Gütern (in Verkaufsräumen)	8 696	58 753	7 172	826
47.8	Einzelhandel an Verkaufsständen und auf Märkten	343	1 153	65	5
47.9	Einzelhandel, nicht in Verkaufsräumen, an Verkaufsständen oder auf Märkten	2 162	11 083	2 853	194

Schätzungen für die einzelnen Einzelhandelsgruppen separat durchgeführt werden können. Dementsprechend veröffentlicht das Hessische Statistische Landesamt (HSL) jährlich Schätzwerte für einschlägige Kennzahlen der hessischen Einzelhandelsunternehmen, gegliedert nach den WZ-Dreistellern der WZ-Abteilung 47. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die anhand der Jahrerhebung im Einzelhandel 2014 berechneten Schätzwerte der Variablen „Umsatz“, „Beschäftigte“ sowie „Bruttoentgelte“ für alle hessischen Einzelhandelsunternehmen auf Ebene der jeweiligen WZ-Dreisteller.

Die Ermittlung der obigen Schätzwerte erfolgt durch eine Hochrechnung der erhobenen Unternehmenskennzahlen auf die Grundgesamtheit. Hierfür wird jedem befragten Unternehmen ein Hochrechnungsfaktor zugewiesen, der der Kehrwert seiner jeweiligen Auswahlwahrscheinlichkeit ist. Die hochgerechneten Werte aller Unternehmen, die zu der Teilgesamtheit gehören für die man Schätzwerte ermitteln möchte, werden aufsummiert. Da bei diesem auf Horvitz und Thompson (1952) zurückgehenden Schätzer lediglich Informationen aus der interessierenden Teilgesamtheit (hier: der jeweiligen Branchengruppe) verwendet werden, wird das Schätzverfahren auch direkte Schätzung genannt.

2. Die Disaggregation der Ergebnisse der Jahrerhebung im Einzelhandel am Beispiel des Merkmals „Beschäftigte“

2.1 Direkter Schätzer

Im Hinblick auf eine Beurteilung der regionalen Konjunktur sind zusätzlich zu den obigen Informationen, die das gesamte Bundesland Hessen umfassen, auch kleinräumige Schätzwerte von Interesse. Im Folgenden wird dies anhand des Merkmals „Beschäftigte“ verdeutlicht. Zunächst soll die geschätzte Zahl der 177 213 Beschäftigten aller hessischen Einzelhandelsunternehmen – d. h. unabhängig von ihrer jeweiligen Einzelhandels-Branche – auf die Ebene der Landkreise bzw. kreisfreien Städte disaggregiert werden. Die Grundgesamtheit der berücksichtigten Unternehmen U mit $N = 23\,291$ Elementen mit dem Laufindex $j = 1, \dots, N$ wird also entsprechend der 26 hessischen Landkreise bzw. kreisfreien Städte in $D = 26$ überschneidungsfreie Teilgesamtheiten eingeteilt. Für jede Teilgesamtheit mit dem Laufindex $d = 1, \dots, D$ soll der Totalwert τ_d , d. h. die insgesamt Beschäftigten, geschätzt werden. Der direkte Horvitz-Thompson-Schätzer ist eine unverzerrte Schätzfunktion für τ_d . Er ist gegeben durch

$$\hat{\tau}_d^{HT} = \sum_{j \in S_d} \pi_j^{-1} y_j$$

Dabei bezeichnet s_d den Teil der Stichprobe mit den befragten Unternehmen, die zu Teilge-

samtheit d gehören. Zudem ist y_j die Anzahl der Beschäftigten in Unternehmen j und π_j die jeweilige Auswahlwahrscheinlichkeit des Unternehmens.

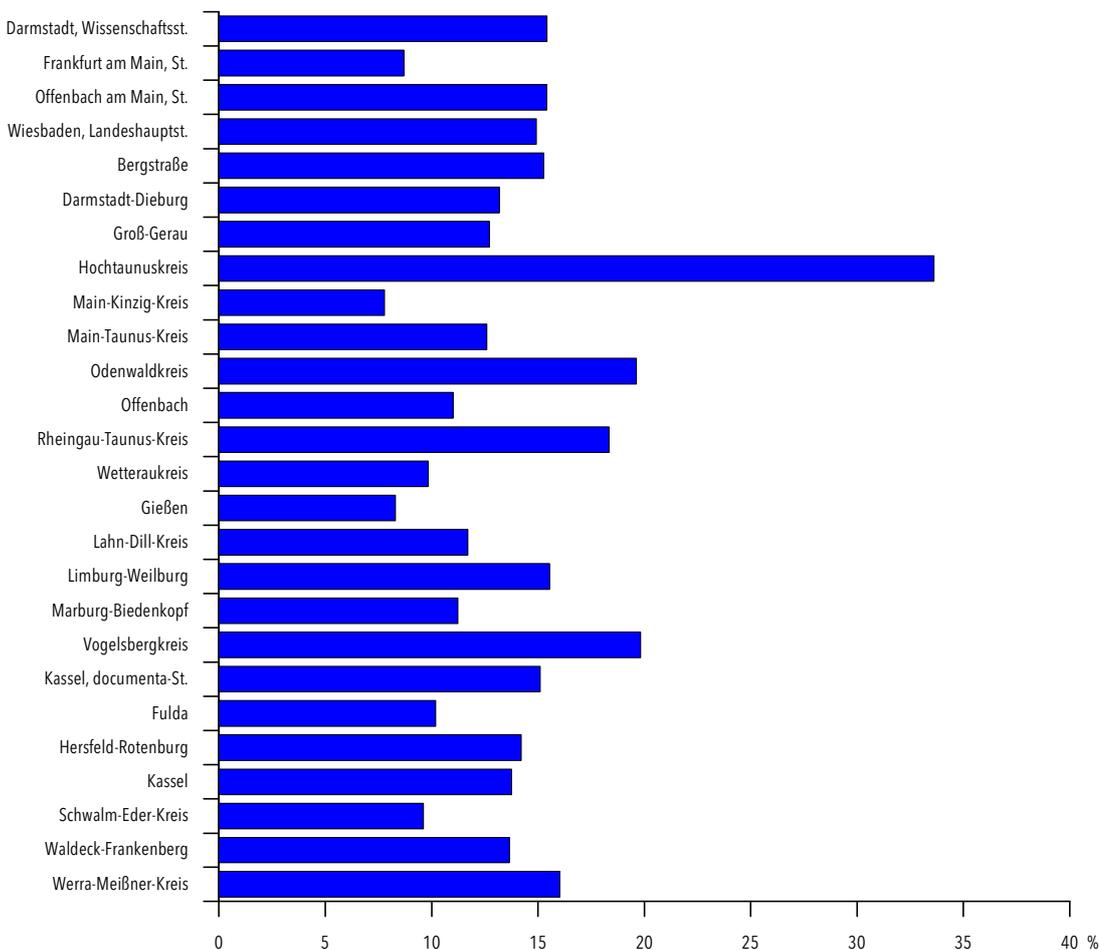
Die Jahrerhebung ist jedoch nicht für eine direkte Schätzung auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte ausgelegt. Aufgrund der Tatsache, dass die Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte nicht bei dem Design der Stichprobe berücksichtigt worden ist, ist der jeweilige kreisspezifische Stichprobenumfang zufällig, was zu einer erhöhten Variabilität der Schätzungen führt. Eine verbreitete Kennzahl zur Beurteilung der Genauigkeit eines Schätzwertes ist der relative Standardfehler (RS) bzw. die relative Wurzel der mittleren quadratischen Abweichung (**Relative Root Mean Squared Error (RRMSE)**). Für die Herleitung bzw. Erläuterung der entsprechenden Kenngrößen sei an dieser Stelle auf den Abschnitt „Stichprobenfehler,

Schichtung, relativer Standardfehler und Mean Squared Error (MSE)“ des vorherigen Artikels (siehe Gottfried, 2017) verwiesen.

In der amtlichen Statistik wird der Aussagewert von Schätzwerten mit einem relativen Standardfehler von 10 % bis unter 20 % als eingeschränkt eingeschätzt. Spätestens aber ab einem relativen Standardfehler von 20 % werden Schätzungen aufgrund einer zu geringen Schätzgüte in der Regel nicht mehr veröffentlicht (siehe Statistisches Bundesamt, 2016b: 8).

Abbildung 1 stellt die Höhe des geschätzten relativen Standardfehlers einer direkten Schätzung der Anzahl der Beschäftigten auf Ebene der hessischen Landkreise und kreisfreien Städte dar. Es ist zu erkennen, dass der Großteil der Schätzwerte lediglich mit eingeschränktem Aussagewert veröffentlicht werden könnte. Lediglich die Schätzwerte von 5 Landkreisen bzw. kreisfreien Städten können die Anforderung an

Abbildung 1: Geschätzter relativer Standardfehler einer direkten Schätzung der Beschäftigten insgesamt im Einzelhandel¹⁾ 2014 nach Landkreisen und kreisfreien Städten (St.)



1) Wirtschaftszweig 47 – Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen).

einen relativen Standardfehler von unter 10 % erfüllen. Das Ergebnis des Hochtaunuskreises liegt mit einem Wert von 33,6 % sogar deutlich über der Obergrenze einer noch akzeptierbaren Schätzgüte.

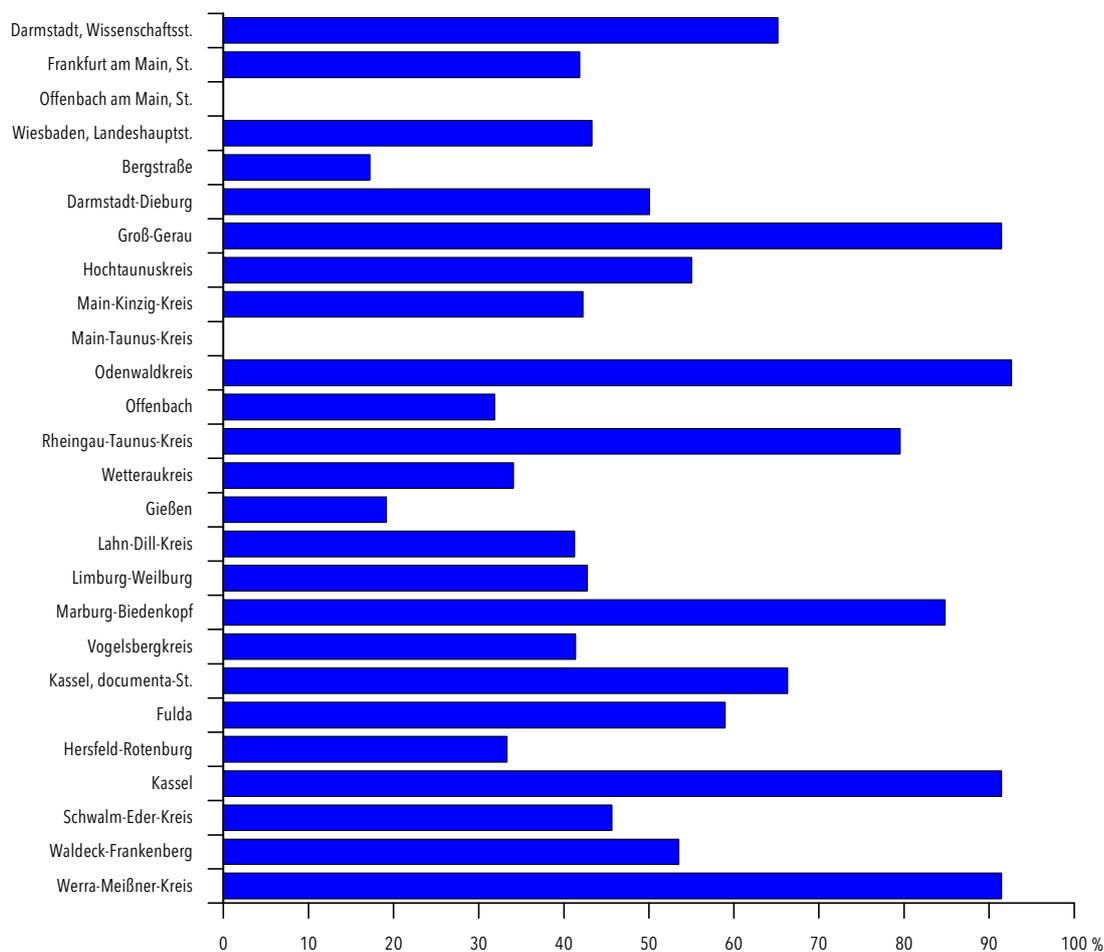
Darüber hinaus soll eine Disaggregation der 9 branchenspezifischen Schätzwerte auf die einzelnen Landkreise und kreisfreien Städte erfolgen. Die Grundgesamtheit U mit $N = 23\,291$ Unternehmen wird nun also in $D = 234$ überschneidungsfreie Teilgesamtheiten¹⁾ eingeteilt. Für jede Teilgesamtheit wird nun wieder der Totalwert τ_d mit dem obig dargestellten Horvitz-Thompson-Schätzer geschätzt. Eine Disaggregation der Schätzwerte auf derart kleine Teilgesamtheiten hat allerdings aufgrund zu geringer Teilstichprobenumfänge untragbar hohe Schätzfehler zur Folge. Abbildung 2 zeigt den geschätzten relativen Standardfehler einer direkten Schätzung der Anzahl der Beschäftig-

ten in WZ 47.3 (Einzelhandel mit Motorenkraftstoffen (Tankstellen))²⁾ auf Ebene der hessischen Landkreise und kreisfreien Städte.

Es ist deutlich zu erkennen, dass nur 2 Teilgesamtheiten einen akzeptierbaren relativen Standardfehler von weniger als 20 % aufweisen. Darüber hinaus ist in der Stadt Offenbach und im Main-Taunus-Kreis kein Unternehmen befragt worden, welches dem WZ 47.3 (Einzelhandel mit Motorenkraftstoffen (Tankstellen)) zuzuordnen ist. Für diese Teilgesamtheiten kann daher kein Schätzwert gebildet und dementsprechend auch kein relativer Standardfehler geschätzt werden. Für die anderen Branchengruppen des Einzelhandels ergibt sich ein ähnliches Bild.

Abbildung 3 stellt die Häufigkeiten des geschätzten relativen Standardfehlers der direkten Schätzer über alle 234 Teilgesamtheiten dar. Insgesamt haben die Beschäftigten-Schätzwerte

Abbildung 2: Geschätzter relativer Standardfehler einer direkten Schätzung der Beschäftigten insgesamt im Einzelhandel mit Motorenkraftstoffen (Tankstellen)¹⁾ 2014 nach Landkreisen und kreisfreien Städten (St.)



1) Die 234 Teilgesamtheiten entstehen durch die Kombination der 9 Branchengruppen (WZ-Dreisteller 47.1 bis 47.9) mit den 26 hessischen Landkreisen bzw. kreisfreien Städten.

2) Zur Verdeutlichung der Problematik kleiner Teilgesamtheiten sowie von Teilgesamtheiten, in denen kein Unternehmen Teil der Stichprobe ist, wurde der WZ 47.3 als Beispiel ausgewählt.

1) Wirtschaftszweig 47.3.

von 190 der 234 interessierenden Teilgesamtheiten einen geschätzten relativen Standardfehler von mindestens 20 %. Kein Schätzwert erfüllt die Anforderungen eines relativen Standardfehlers von unter 10 %. Die Schätzungen von 31 Teilgesamtheiten können immerhin mit einem eingeschränkten Aussagewert (relativer Standardfehler zwischen 10 % und 20 %) veröffentlicht werden. In den übrigen 13 Teilgesamtheiten ist kein Unternehmen befragt worden. Spätestens in diesen Fällen ist es daher nicht mehr möglich anhand von direkten Verfahren, die lediglich Informationen aus der jeweiligen Teilgesamtheit selbst berücksichtigen, Schätzwerte zu ermitteln.

2.2 Der Schätzer nach Battese-Harter-Fuller

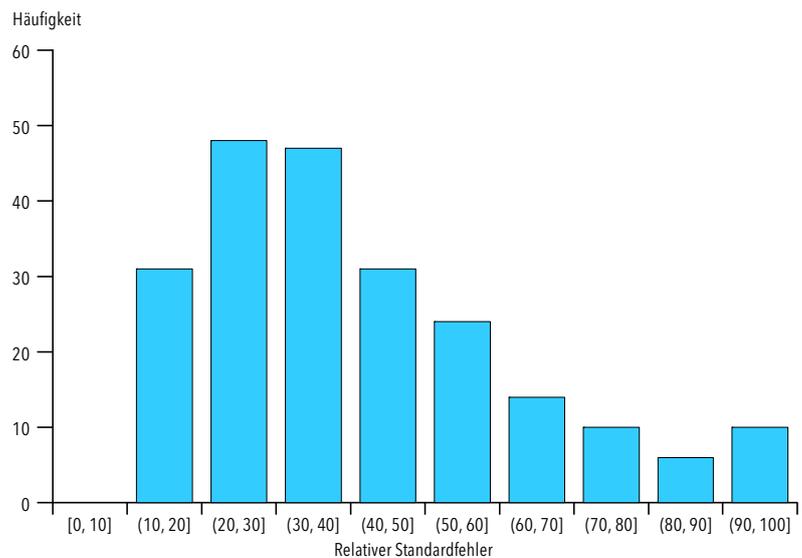
2.2.1 Allgemeine Methodik

Teilgesamtheiten, deren jeweiliger Stichprobenumfang nicht für eine hinreichend präzise Schätzung anhand eines direkten Schätzers ausreicht, werden als *Small Areas* bezeichnet (siehe Rao & Molina, 2015: 2). Hier bieten sogenannte Small-Area-Verfahren eine potenzielle Lösung. Einen umfassenden Überblick über verschiedenste Methoden und Anwendungsbeispiele im Kontext der Zensusforschung gibt ein von Münich et. al. (2013) veröffentlichter Artikel.

Small-Area-Verfahren zielen durch die Verwendung von zusätzlichen Hilfsinformationen generell darauf ab, die mittlere quadratische Abweichung der Schätzung deutlich zu minimieren. Darüber hinaus ermöglichen entsprechende modellbasierte Small-Area-Verfahren die Bildung von Schätzwerten für Teilgesamtheiten, in denen kein Unternehmen befragt wurde. Da die Zusatzinformationen, welche im Rahmen eines entsprechenden Modells berücksichtigt werden, auch aus anderen Quellen als der interessierenden Teilgesamtheit selbst stammen, spricht man hierbei von einer indirekten Schätzung.

Im Gegensatz zu den im vorherigen Artikel (siehe Gottfried, 2017) dargestellten Area-Level-Modellen verwenden sogenannte Unit-Level-Modelle Informationen auf Ebene der Erhebungseinheiten. Aufgrund der weit aussagekräftigeren Infor-

Abbildung 3: Verteilung des geschätzten relativen Standardfehlers bei einer direkten Schätzung der Beschäftigten insgesamt auf der Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte (St.) und Einzelhandelsbranchengruppen¹⁾



1) Wirtschaftszweiggruppen des Einzelhandels (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen) 47.1 bis 47.9.

mationen, die in Mikrodaten enthalten sind, wird durch die Verwendung von Unit-Level-Modellen eine noch effizientere Schätzung ermöglicht. Das Standardverfahren ist der sogenannte Battese-Harter-Fuller-Schätzer (siehe Battese et. al., 1988). Im Hinblick auf die zu schätzende Anzahl der Beschäftigten je Teilgesamtheit sei y_{aj} die Anzahl der Beschäftigten in Unternehmen j in der Teilgesamtheit d und x_{aj} der Vektor mit den Hilfsvariablen dieser Einheit. Zudem ist N_d die Anzahl der Unternehmen, die zur Teilgesamtheit d gehören. Das dem Battese-Harter-Fuller-Schätzer zugrunde liegende und für die Grundgesamtheit angenommene Modell ist eine Sonderform des allgemeinen gemischten linearen Regressionsmodells und gegeben durch:

$$y_{aj} = x_{aj}^T \beta + v_d + e_{aj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, N_d$$

$$v_d \stackrel{iid}{\sim} (0, \sigma_v^2)$$

$$e_{aj} \stackrel{iid}{\sim} (0, \sigma_e^2).$$

Hierbei ist $x_{aj}^T \beta$ der Regressionsterm mit dem Vektor der Regressionskoeffizienten β , welcher über alle Teilgesamtheiten und Einheiten die fixen Effekte, d. h. den Zusammenhang zwischen der interessierenden Variable y_{aj} und den Hilfsvariablen x_{aj} erfasst. Der sogenannte Zufallseffekt v_d berücksichtigt Schwankungen zwischen den Teilgesamtheiten, die nicht durch den fixen Effekt des Regressionsterms erklärt werden können. Zudem beschreibt die Störgröße e_{aj} die in-

dividuellen Stichprobenfehler. Dabei haben v_a und e_{aj} jeweils den Erwartungswert 0 und die Varianzen σ_v^2 beziehungsweise σ_e^2 , wobei angenommen wird, dass beide Größen unabhängig voneinander sind. Die Varianz der Zufallseffekte σ_v^2 wird auch als Modellvarianz bezeichnet, da sie die Varianz zwischen den Teilgesamtheiten angibt, die nicht durch die fixe Komponente des Modells erklärt werden kann.

Unter der Annahme, dass das obige gemischte Regressionsmodell ebenfalls für die Stichprobe gilt, wird der Mittelwert der interessierenden Variable je Teilgesamtheit μ_d geschätzt durch den sogenannten **Empirical Best Linear Unbiased Predictor (EBLUP)** nach Battese, Harter und Fuller:

$$\hat{\mu}_d^{BHF} = \bar{X}_d^T \hat{\beta} + \hat{v}_d \quad \text{mit}$$

$$\hat{v}_d = \hat{\gamma}_d (\bar{y}_d - \bar{x}_d^T \hat{\beta}) \quad \text{und}$$

$$\hat{\gamma}_d = \frac{\hat{\sigma}_v^2}{\hat{\sigma}_v^2 + \hat{\sigma}_e^2 / n_d} .$$

Hierbei bezeichnet \bar{x}_d den bekannten wahren Populationsdurchschnitt der verwendeten Hilfsvariablen in Teilgesamtheit d . Zudem sind \bar{x}_d und \bar{y}_d die Stichprobendurchschnitte der Hilfsvariablen beziehungsweise der interessierenden Variablen je Teilgesamtheit d . Darüber hinaus ist n_d die entsprechende Größe der Stichprobe in d . Da die Modellvarianz σ_v^2 und die Varianz des Stichprobenfehlers σ_e^2 in der Realität unbekannt sind, werden diese zur Ermittlung des EBLUPs geschätzt³⁾. Der Battese-Harter-Fuller Schätzer für Teilgesamtheit d ist dementsprechend eine Kombination aus einem synthetischen Schätzer $\bar{x}_d^T \hat{\beta}$, der sich aus der fixen Modellkomponente bildet, sowie dem jeweiligen geschätzten Zufallseffekt \hat{v}_d . Durch die Erfassung der Zusammenhänge der Hilfsvariablen und der interessierenden Variable über die innerhalb der Stichprobe befragten Einheiten werden also die entsprechenden Parameter anhand des gemischten linearen Regressionsmodells geschätzt und ermöglichen so in Kombination mit den Populationsdurchschnitten der Hilfsvariable eine Berechnung von Schätzwerten für die Population.

Der EBLUP lässt sich umformen zu der zusammengesetzten Schätzfunktion

$$\hat{\mu}_d^{BHF} = \hat{\gamma}_d (\bar{y}_d + (\bar{X}_d - \bar{x}_d)^T \hat{\beta}) + (1 - \hat{\gamma}_d) \bar{x}_d^T \hat{\beta} .$$

Hier ist zu erkennen, dass der Battese-Harter-Fuller-Schätzer ein gewichtetes Mittel aus

dem direkten Stichprobenregressionsschätzer $\bar{y}_d + (\bar{X}_d - \bar{x}_d)^T \hat{\beta}$ und dem synthetischen Schätzer $\bar{x}_d^T \hat{\beta}$ ist. Der Gewichtungsfaktor $\hat{\gamma}_d$ gibt je Teilgesamtheit den Anteil der Modellvarianz an der Gesamtvarianz an und legt fest, wie viel Gewicht auf die jeweiligen Komponenten gelegt wird. Bei einer sehr hohen Modellvarianz $\hat{\sigma}_v^2$ oder einem großen Stichprobenumfang n_d wird entsprechend viel Vertrauen in den direkten Stichprobenregressionsschätzer gelegt. Im Gegenzug dazu nähert sich der EBLUP bei einer geringen Modellvarianz bzw. einem geringen Teilstichprobenumfang tendenziell der synthetischen Komponente an, welche die Variablenausprägungen der Stichprobeneinheiten aus Teilgesamtheit d nicht berücksichtigt. Entsprechend besteht der EBLUP bei Teilgesamtheiten, in denen keine Einheit befragt wurde ($n_d = 0$) vollständig aus dem synthetischen Schätzer, sodass hier $\hat{\mu}_d^{BHF} = \bar{x}_d^T \hat{\beta}$ gilt.

2.2.2 Anwendung auf die Jahreserhebung im Einzelhandel

Mit dem Statistischen Unternehmensregister des Landes Hessen liegt dem HSL eine umfangreiche Datenbank mit einer Vielzahl von Kennzahlen auf Ebene der Erhebungseinheiten vor. Entsprechend enthält die Informationsquelle sowohl für die im Rahmen der Einzelhandelserhebung befragten als auch für die nicht-befragten Unternehmen u. a. Angaben zu den Merkmalen „Umsatz“, „sozialversicherungspflichtig Beschäftigte“ in Voll- bzw. Teilzeit, „geringfügig Beschäftigte“ sowie zu der Anzahl und Größe der zugehörigen Niederlassungen. Diese Mikrodaten sind potenzielle Hilfsvariablen für das im vorherigen Abschnitt dargestellte Unit-Level-Modell. Auf dieser Grundlage wurde der Battese-Harter-Fuller-Schätzer herangezogen, um für die 234 Teilgesamtheiten, in die sich die hessischen Einzelhandelsunternehmen entsprechend ihrer Branchengruppe und ihrer Kreiszugehörigkeit unterteilen lassen, jeweils die Totalwerte τ_d der Beschäftigten, des Umsatzes und der Bruttoentgelte zu schätzen. Im Folgenden wird die Vorgehensweise anhand der Totalwertschätzung des Merkmals „Beschäftigte“ dargestellt.

Die im Rahmen der Einzelhandelserhebung abgefragte Zahl der Beschäftigten y_{ij} umfasst alle im Unternehmen tätigen Personen. Dazu gehö-

3) Für die Schätzung der Varianzkomponenten gibt es verschiedene Verfahren. Für die im Folgenden dargestellte Unit-Level-Schätzung wurde die Restricted Maximum Likelihood-Methode verwendet.

ren neben sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigten u. a. auch mitarbeitende Inhaber, unbezahlt mithelfende Familienangehörige, Gesellschafter sowie Vorstandsmitglieder (siehe Statistisches Bundesamt, 2016a). Das Statistische Unternehmensregister hingegen enthält lediglich Angaben zu der Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (gegliedert in Voll- und Teilzeitbeschäftigte) und der Zahl der geringfügig Beschäftigten.

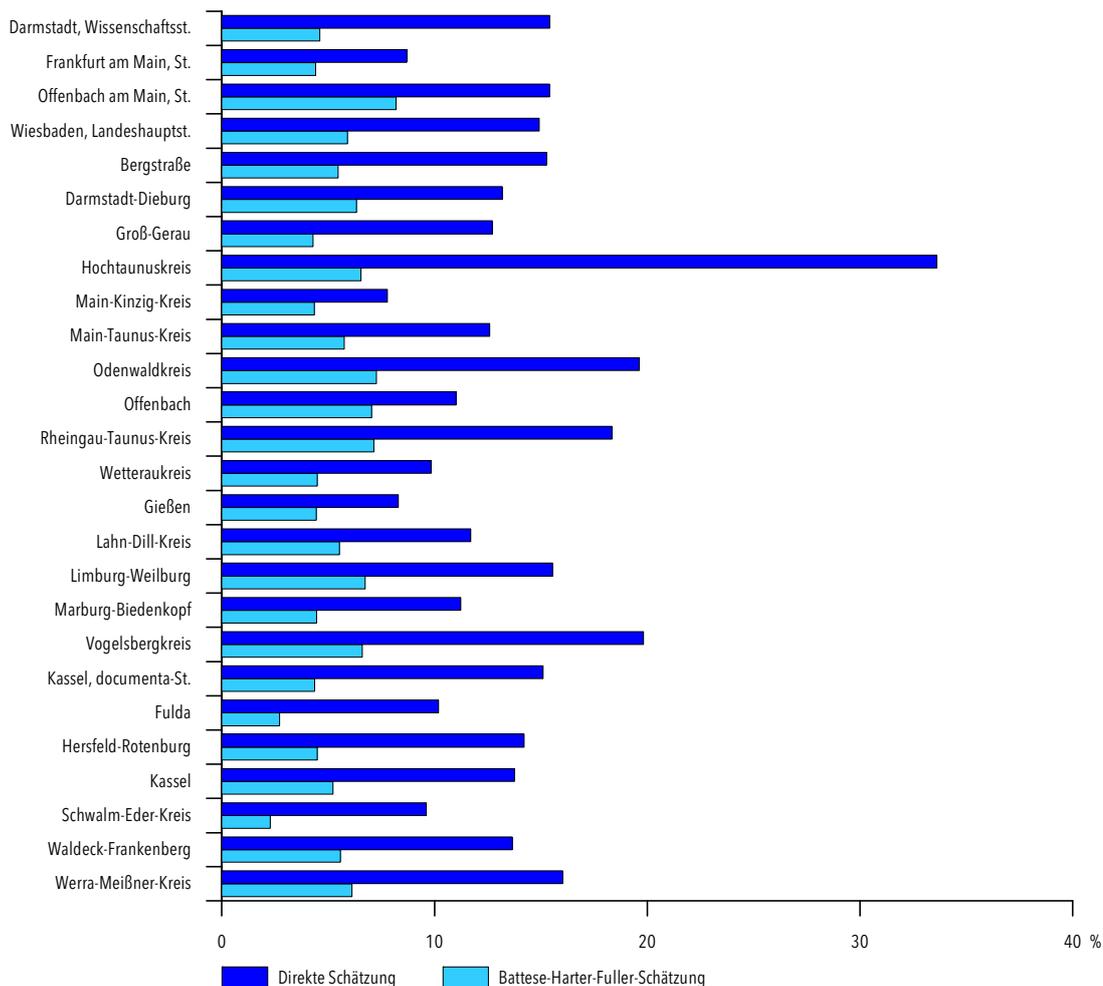
Die Modellbildung und Schätzung wird – wie bereits bei der direkten Schätzung – zunächst über alle Einzelhandelsunternehmen und dann schließlich zur weiteren Disaggregation separat für alle neun WZ-Dreisteller durchgeführt. Dementsprechend werden insgesamt 10 verschiedene Modelle zur Prädiktion des Totalwertes der Beschäftigten verschiedener Einzelhandelsbranchen in den $D = 26$ hessischen Landkreisen bzw.

kreisfreien Städten geschätzt.

Die Auswahl der Registervariablen, die als Hilfsinformation in das Modell einbezogen werden, erfolgt anhand des „conditional AIC“, einem Modellselektionskriterium, das die prädiktive Güte des jeweiligen Modells misst (siehe Vaida & Blanchard, 2005). Des Weiteren wurde bei der Selektion überprüft, inwieweit die modellbasierte Schätzung anhand einer Kombination bestimmter Hilfsvariablen zu möglichst unverzerrten Schätzwerten in Verbindung mit einer möglichst geringen Schätzvarianz führt. Dabei können sich die letztendlich ausgewählten Variablenkombinationen für die einzelnen Modelle unterscheiden.

Die final ausgewählten Hilfsvariablen zur Schätzung der insgesamt Beschäftigten im gesamten WZ 47 sowie in den WZ-Dreistel-

Abbildung 4: Geschätzter RRMSE¹⁾ einer direkten Schätzung und der Schätzung mit dem Battese-Harter-Fuller-Verfahren der Beschäftigten insgesamt im Einzelhandel²⁾ 2014 nach Landkreisen und kreisfreien Städten (St.)



1) Relative Root Mean Squared Error. – 2) Wirtschaftszweig 47 – Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen).

lern 47.1 bis 47.9 sind die im Unternehmensregister 2014 angegebene Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (SVB) sowie die Anzahl der geringfügig Beschäftigten (GEB). Dementsprechend ist das gemischte lineare Regressionsmodell gegeben durch

$$y_{dj} = \beta_0 + \beta_1 * SVB_{dj} + \beta_2 * GEB_{dj} + v_d + e_{dj}$$

$$d = 1, \dots, 26, j = 1, \dots, N_d$$

Im Anschluss an die Variablenselektion wird eine Ausreißerdiagnostik durchgeführt. Diese dient zur Identifikation einzelner Unternehmen, die das Modell aufgrund ungewöhnlicher Variablenausprägungen massiv beeinflussen oder deren Daten potenziell fehlerbehaftet sind. Entsprechende Einheiten werden zur Stabilisierung der Schätzung aus dem Modell genommen⁴⁾. In einer Monte-Carlo-Simulationsstudie, die im Rahmen der hier zugrundeliegenden Masterarbeit durchgeführt wurde, konnte beobachtet werden, dass der Ausschluss von entsprechenden Ausreißern aus dem Schätzmodell zu einer enormen Verbesserung der Schätzgüte des Battese-Harter-Fuller-Schätzers führt (siehe Manecke, 2017). Der endgültige Prädiktor der Gesamtzahl der Beschäftigten je Teilgesamtheit ist schließlich das Produkt aus dem ausreißerbereinigtem Mittelwertschätzer nach Battese-Harter-Fuller und der bekannten Anzahl der Unternehmen aus Teilgesamtheit d in der Grundgesamtheit: $\hat{t}_d^{BHF} = \hat{\mu}_d^{BHF} * N_d$.

Zur Beurteilung der Effizienz der Small-Area-Schätzung wird der MSE des Unit-Level-EBLUPs anhand eines sogenannten parametrischen Bootstrap-Verfahrens (siehe González-Manteiga et. al., 2008) geschätzt und anschließend mit dem in Abschnitt 2.1 ermittelten MSE der direkten Schätzung verglichen. In Anlehnung an Abbildung 1 zeigt Abbildung 4 neben dem geschätzten RRMSE der direkten Schätzung⁵⁾ der in WZ 47 Beschäftigten je Landkreis bzw. kreisfreier Stadt nun zusätzlich den geschätzten RRMSE der Schätzung mit dem Battese-Harter-Fuller-Verfahren. Es ist zu sehen, dass die Verwendung zusätzlicher Hilfsinformationen aus dem Unternehmensregister im Rahmen des vorgestellten Unit-Level-Modells zu einer deutlichen Reduktion des geschätzten RRMSE führt.

Noch deutlicher wird das Potenzial von Small-Area-Verfahren bei einer weiteren Disaggregation der Grundgesamtheit entsprechend der Einzelhandelsbranchen. In Ergänzung zu Abbildung 2 zeigt Abbildung 5 nun die Schätzgüte der Schätzung der in WZ 47.3 (Einzelhandel mit Motorenkraftstoffen (Tankstellen)) insgesamt beschäftigten Personen je Landkreis bzw. kreisfreier Stadt anhand der beiden vorgestellten Verfahren. Der Präzisionsgewinn durch die Verwendung von Small-Area-Verfahren ist aufgrund der sehr unzuverlässigen direkten Schätzwerte auf dieser Disaggregationsebene sehr offensichtlich. Zudem ermöglicht die Verwendung von Hilfsinformationen nun die Berechnung von Schätzwerten für die Stadt Offenbach und den Main-Taunus-Kreis, obwohl in diesen Verwaltungsbezirken kein Unternehmen des WZ 47.3 Teil der Stichprobe der Einzelhandelserhebung war. Allerdings liegt der geschätzte RRMSE dieser zwei voll-synthetischen Schätzungen jeweils über der akzeptierbaren Obergrenze von 20 %.

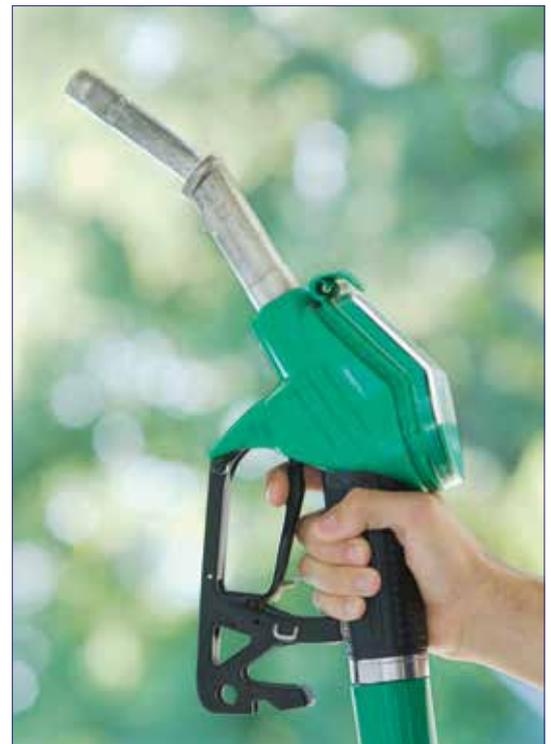
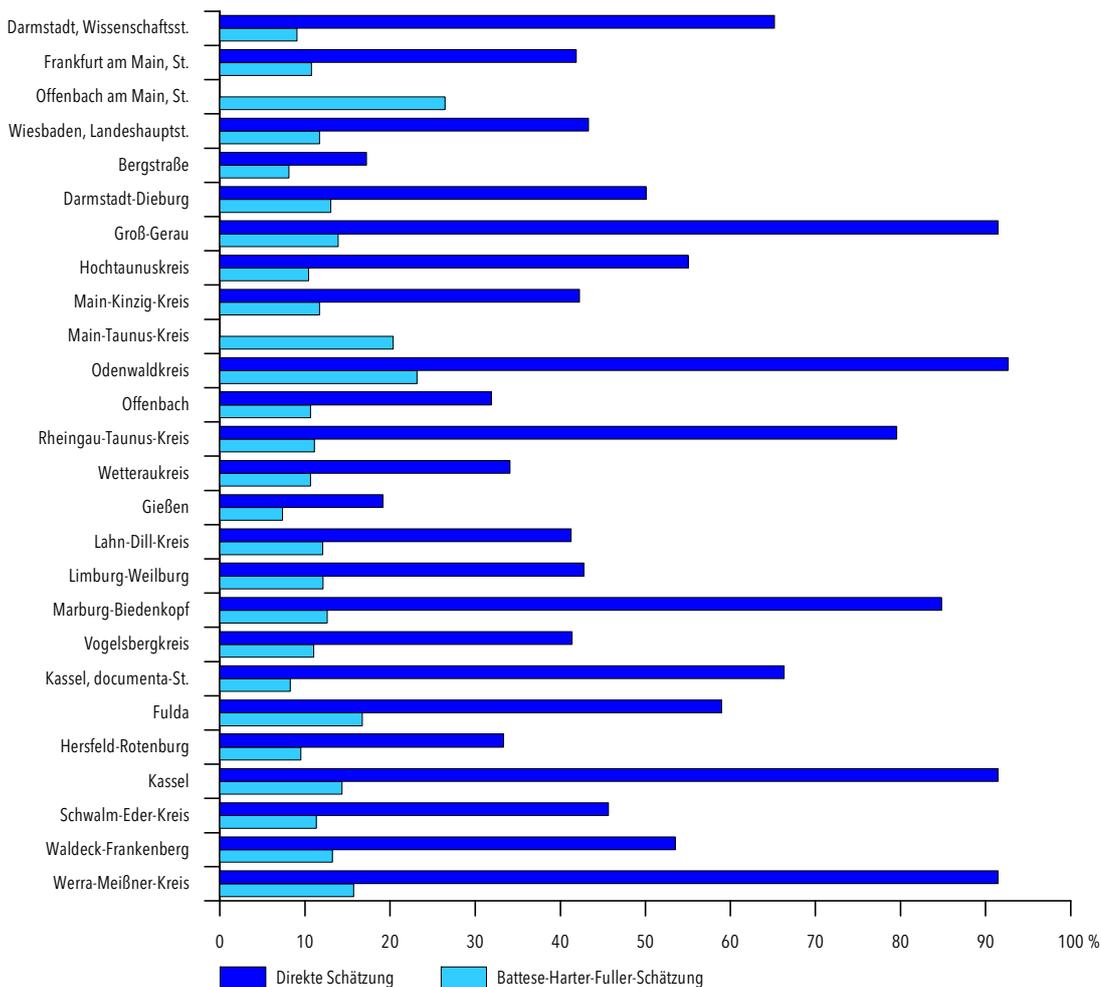


Abbildung 6 stellt für jede der 234 Teilgesamtheiten jeweils die Stichprobengröße in Relation zu dem geschätzten RRMSE der Schätzung mit dem Unit-Level-Modell dar. Es ist zu erkennen, dass das Potenzial der Small-Area-Schätzung nicht unwesentlich von der Stichprobengröße der Teilgesamtheit abhängt. Dies erklärt somit

4) Um Ausreißer geeignet identifizieren zu können, wurden die Cook-Distanz, die Leverage-Werte der Regression sowie die skalierten quadrierten Residuen als Kriterium herangezogen (siehe Rao & Molina, 2015: 114ff & 228ff; Zewotir & Galpin, 2007)

5) Da der direkte Horvitz-Thompson-Schätzer eine unverzerrte Schätzfunktion ist, entspricht sein RRMSE dem relativen Standardfehler.

Abbildung 5: Geschätzter RRMSE¹⁾ einer direkten Schätzung und der Schätzung mit dem Battese-Harter-Fuller-Verfahren der Beschäftigten insgesamt im Einzelhandel mit Motorenkraftstoffen (Tankstellen)²⁾ 2014 nach Landkreisen und kreisfreien Städten (St.)



1) Relative Root Mean Squared Error. – 2) Wirtschaftszweig 47.3.

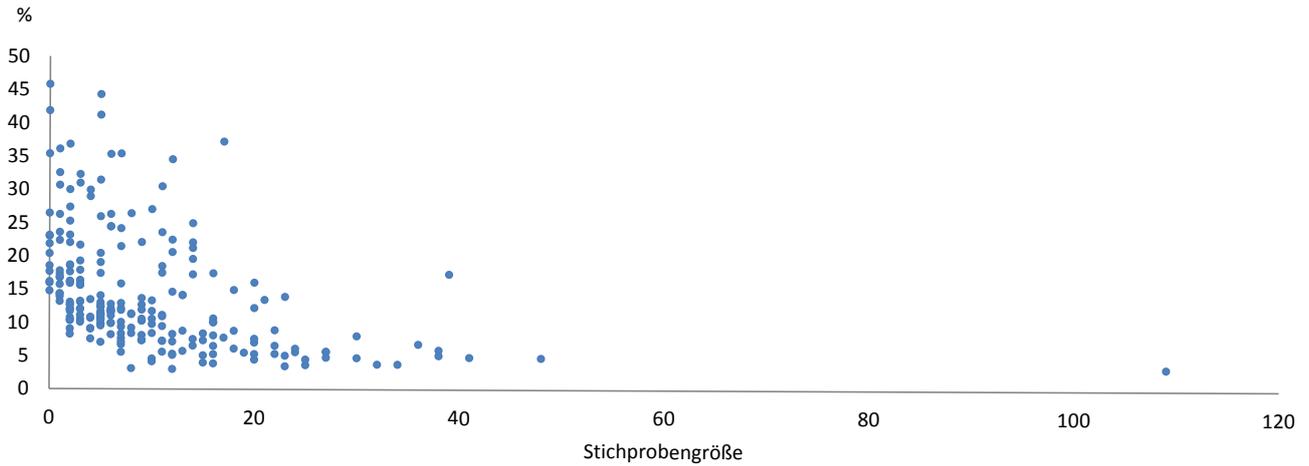
auch den vergleichsweise hohen RRMSE der zwei voll-synthetischen Schätzwerte für die Stadt Offenbach und den Main-Taunus-Kreis.

Allerdings kann der Grafik ebenfalls entnommen werden, dass die Schätzwerte der Beschäftigtenzahl einiger Teilgesamtheiten im Hinblick auf ihren RRMSE deutlich über 20 % liegen. Somit führen Small-Area-Verfahren zwar in der Regel zu einer deutlich präziseren und stabileren Schätzung, dennoch kann insbesondere bei besonders stark untergliederten Teilgesamtheiten nicht gewährleistet werden, dass die resultierenden Schätzwerte in jedem Fall einen RRMSE von unter 20 % aufweisen.

Allerdings sei an dieser Stelle erneut darauf hingewiesen, dass es sich bei den dargestellten RRMSE-Werten um Schätzungen handelt, die ebenfalls entsprechenden Schwankungen

unterliegen. Auch stützt sich das verwendete Battese-Harter-Fuller-Schätzverfahren auf sehr strenge Verteilungsannahmen, die – sofern sie erfüllt sind – einen deutlichen Präzisionsgewinn gegenüber direkten Schätzverfahren erbringen. Unternehmensdaten – so auch die Merkmale der hessischen Einzelhandelsunternehmen – weisen typischerweise sehr rechtsschiefe Strukturen auf. Diese äußern sich durch das Vorhandensein vieler kleiner und mittlerer Unternehmen sowie weniger sehr großer Unternehmen, die die Modelle des Unit-Level-EBLUPs stark dominieren und die Bedingungen streng genommen verletzen. Potenzielle Lösungsansätze, sogenannte robuste Schätzmethoden, werden in letzter Zeit intensiv diskutiert. Eine von Sinha und Rao (2009) entwickelte robuste Erweiterung des EBLUPs konnte im Rahmen der parallel durchgeführten

Abbildung 6: RRMSE¹⁾ des Battese-Harter-Fuller-Schätzers und Stichprobengröße je Teilgesamtheit in Relation



1) Relative Root Mean Squared Error.

Monte-Carlo-Simulationsstudie (siehe Manecke, 2017) allerdings nicht vollständig im Hinblick auf die relative Verzerrung und den RRMSE der ermittelten Schätzwerte überzeugen. Hier hat der vorgestellte ausreißerbereinigte Battese-Harter-Fuller-Schätzer größeres Potenzial gezeigt, weswegen er für die vorgestellte Untersuchung verwendet worden ist. Allerdings ist nicht vollständig geklärt, wie stark sich der Ausschluss von Ausreißern aus dem Modell auf die Schätzung des RRMSE auswirkt. Die Ergebnisse der Simulationsstudie zeigen jedoch, dass ein Präzisionsgewinn der obig dargestellten Größenordnung durchaus realistisch ist.

Aus den dargestellten Gründen dienen die im Rahmen der Untersuchung ermittelten und im Fol-

genden tabellierten Ergebnisse zunächst einem ersten Überblick und einer Verdeutlichung des Potenzials von Small-Area-Verfahren. Dennoch ist die Verletzung der Modellannahmen durch die vorliegenden rechtsschiefen Unternehmensdaten eine Problematik, die sich langfristig nicht ignorieren lässt. Um die Auswirkungen einer Nichterfüllung der Modellannahmen besser einschätzen zu können und um potenziell geeignetere robuste Small-Area-Schätzmethoden zu finden, sind weitere Simulationsstudien notwendig.

3. Ergebnisdarstellung

Die Verwendung von Small-Area-Methoden schafft die Voraussetzung für eine kleinräumige Auswertung der Jahreserhebung im Ein-

Tabelle 2: Kennzahlen der Einzelhandelsunternehmen (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen) der Wissenschaftsstadt Darmstadt 2014 nach Wirtschaftszweigen

WZ-Gruppe/ WZ-Abteilung	Wirtschaftszweig	Unternehmen	Beschäftigte	Umsatz	Bruttoentgelte
				Mill. Euro	
47	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	595	4 823	547	79
47.1	Einzelhandel mit Waren verschiedener Art (in Verkaufsräumen)	71	570	39	3
47.2	Einzelhandel mit Nahrungs- und Genussmitteln, Getränken und Tabakwaren (in Verkaufsräumen)	81	332	25	4
47.3	Einzelhandel mit Motorenkraftstoffen (Tankstellen)	9	119	25	1
47.4	Einzelhandel mit Geräten der Informations- und Kommunikationstechnik (in Verkaufsräumen)	21	160	35	4
47.5	Einzelhandel mit sonstigen Haushaltsgeräten, Textilien, Heimwerker- und Einrichtungsbedarf (in Verkaufsräumen)	67	385	34	8
47.6	Einzelhandel mit Verlagsprodukten, Sportausrüstungen und Spielwaren (in Verkaufsräumen)	46	463	44	6
47.7	Einzelhandel mit sonstigen Gütern (in Verkaufsräumen)	242	2 377	278	43
47.8	Einzelhandel an Verkaufsständen und auf Märkten	9	35	1	0
47.9	Einzelhandel, nicht in Verkaufsräumen, an Verkaufsständen oder auf Märkten	49	382	65	10

zelhandel, die anhand von herkömmlichen direkten Schätzverfahren nicht ohne weiteres möglich wäre. So lässt sich jede im Statistischen Bericht zur Einzelhandelserhebung (siehe Hessisches Statistisches Landesamt, 2016) veröffentlichte landesweite Kennzahl ebenfalls für die einzelnen Landkreise bzw. kreisfreien Städte schätzen. Zur Verdeutlichung zeigt Tabelle 2 – in Anlehnung an Tabelle 1 – die ermittelten branchenspezifischen Schätzwerte der Variablen „Umsatz“, „Beschäftigte“ sowie „Bruttoentgelte“ für die Einzelhandelsunternehmen der kreisfreien Stadt Darmstadt.

Die für den gesamten WZ 47 ausgewiesenen Werte sind die jeweilige Summe der für die einzelnen WZ-Dreisteller ermittelten Schätzwerte. Diese entsprechen allerdings nicht zwangsläufig den anhand des branchenübergreifenden Modells für Darmstadt geschätzten Werten des gesamten Einzelhandels. So beträgt der modellbasierte Schätzwert der in der Wissenschaftsstadt Darmstadt im Einzelhandel Beschäftigten 4787. Die Summe des Umsatzes wurde zudem auf 546 Mill. Euro und die Summe der Bruttoentgelte auf 75 Mill. Euro geschätzt. Diese sogenannte fehlende vertikale Kohärenz ist ein erkennbares Problem des Battese-Harter-Fuller-Schätzers und vieler geläufiger Small-Area-Verfahren generell. Konkret bedeutet das, dass die Aggregation der für Subgruppen ermittelten Schätzwerte (hier: WZ-Dreisteller) nicht zwangsläufig dem übergeordneten Schätzwert (hier: Einzelhandel insgesamt) entspricht. Dies ist darauf zurückzuführen, dass zur Schätzung der unter- und übergeordneten Werte aus Präzisionsgründen jeweils separate Modelle verwendet worden sind. Potenzielle Lösungen für diese Problematik bieten sogenannte Benchmarking-Ansätze, die sich aktuell stark in der Entwicklung befinden. Dies sind Verfahren, die auf eine Kohärenz auf den verschiedenen Schätzebenen abzielen.

Darüber hinaus lassen sich die Schätzwerte sämtlicher Einzelhandelskennzahlen – sowohl branchenabhängig als auch branchenunabhängig – anhand von Small-Area-Verfahren auf alle hessischen Landkreise bzw. kreisfreien Städte aufgliedern und ermöglichen so eine Bewertung der einzelhandelsbezogenen Attraktivität einzelner Regionen. Tabelle 3 gibt einen

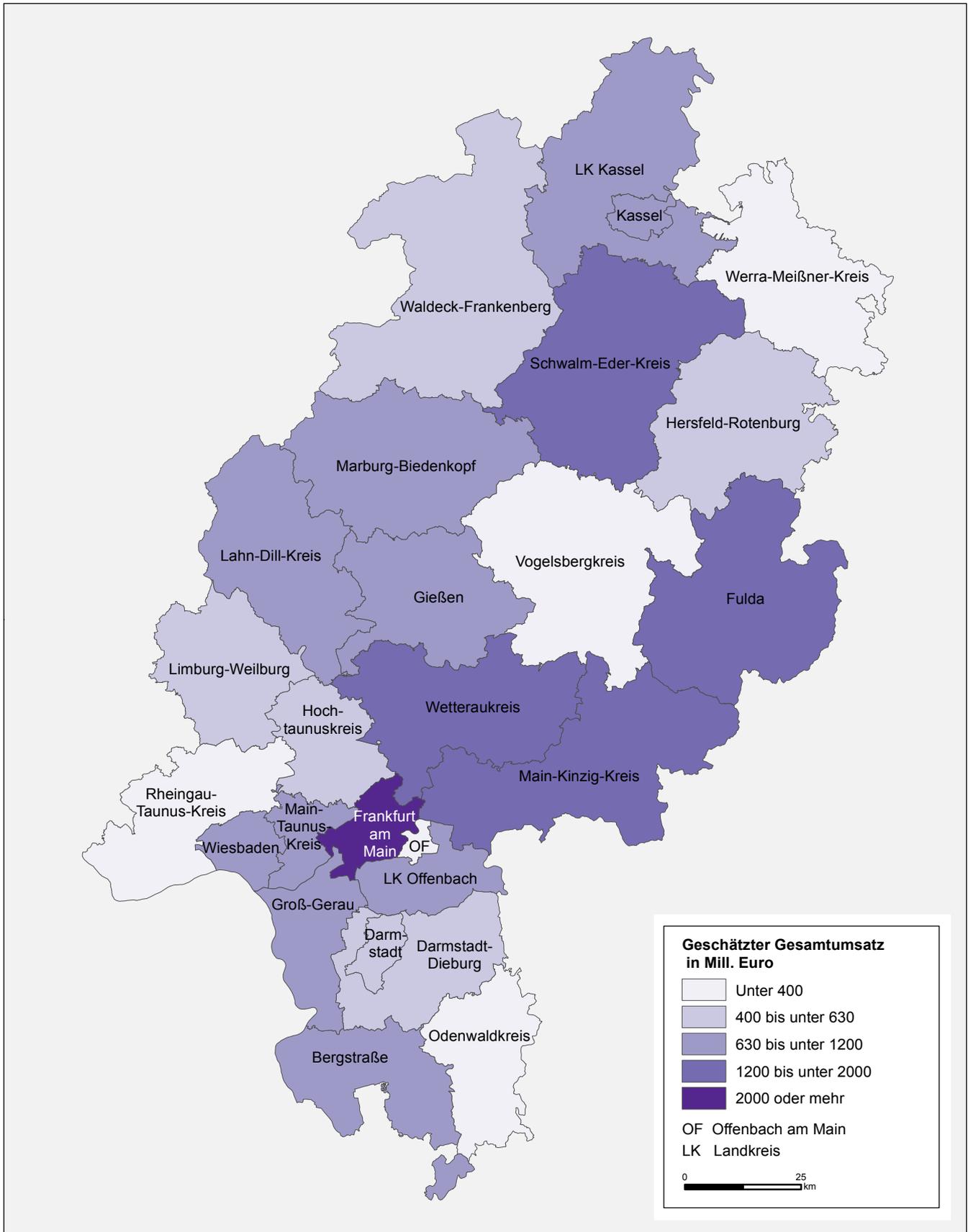
Tabelle 3: Kennzahlen der Einzelhandelsunternehmen (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen) 2014 nach Landkreisen und kreisfreien Städten (St.)

Landkreis/kreisfreie Stadt (St.)	Unternehmen	Beschäftigte	Umsatz	Bruttoentgelte
			Mill. Euro	
Darmstadt, Wissenschaftsst.	595	4 787	546	75
Frankfurt am Main, St.	2 644	17 626	2 663	320
Offenbach am Main, St.	484	2 525	265	30
Wiesbaden, Landeshauptst.	1 167	7 020	876	81
Bergstraße	1 071	6 685	829	81
Darmstadt-Dieburg	1 024	5 729	562	61
Groß-Gerau	771	6 742	1 114	105
Hochtaunuskreis	946	5 532	586	71
Main-Kinzig-Kreis	1 633	12 409	1 795	176
Main-Taunus-Kreis	812	5 240	725	83
Odenwaldkreis	401	2 301	265	27
Offenbach	1 454	7 220	857	82
Rheingau-Taunus-Kreis	626	3 474	339	35
Wetteraukreis	1 194	8 642	1 652	123
Gießen	1 021	8 499	1 159	104
Lahn-Dill-Kreis	878	6 199	700	69
Limburg-Weilburg	676	4 034	414	46
Marburg-Biedenkopf	867	7 277	746	87
Vogelsbergkreis	394	2 520	306	29
Kassel, documenta-St.	807	6 654	730	79
Fulda	930	12 205	1 957	198
Hersfeld-Rotenburg	427	4 000	442	47
Kassel	767	5 814	632	59
Schwalm-Eder-Kreis	683	11 021	1 636	148
Waldeck-Frankenberg	619	4 441	459	49
Werra-Meißner-Kreis	402	2 852	307	36
Land Hessen	23 293	171 448	22 562	2 300

Überblick über die mit dem Battese-Harter-Fuller-Modell geschätzten Kennzahlen des gesamten Einzelhandels auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte. Der RRMSE der Schätzung der Beschäftigten entspricht den in Abbildung 4 dargestellten Werten. Der RRMSE der Umsatzzschätzung ist jeweils von vergleichbarer Höhe. Lediglich bei der Schätzung der Summe der Bruttoentgelte weisen die Schätzwerte für 6 Landkreise⁶⁾ jeweils einen geschätzten RRMSE auf, der zwischen 20 % und 26 %, d. h. leicht über dem Grenzwert, liegt. Dies ist auf einen weniger starken Zusammenhang zwischen den Hilfsvariablen und der zu schätzenden Variable zurückzuführen. Die Kennzahlen für das Land Hessen (siehe Tabelle 3) entstehen durch die Aggregation der einzelnen kreisspezifischen Schätzwerte. Auch

6) Hiervon sind die Schätzungen für den Landkreis Darmstadt-Dieburg, den Odenwaldkreis, den Landkreis Offenbach, den Rheingau-Taunus-Kreis, den Vogelsbergkreis und die Stadt Offenbach betroffen.

Abbildung 7: Mit dem Battese-Harter-Fuller-Verfahren geschätzter Gesamtumsatz im Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)¹⁾ 2014



1) Wirtschaftszweig 47.

© GeoBasis-DE / BKG 2016
© Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2017
Vervielfältigung und Verbreitung, auch auszugsweise, mit Quellenangabe gestattet.

hier ist aus den oben genannten Gründen keine vertikale Kohärenz zu den anhand des direkten Horvitz-Thompson-Verfahrens geschätzten und im Statistischen Bericht bzw. Tabelle 1 angegebenen Schätzwerten gegeben. In Anlehnung an Tabelle 3 illustriert Abbildung 7 den branchenübergreifenden Einzelhandelsumsatz 2014 je Verwaltungsbezirk in Mill. Euro. Im Vergleich zu den anderen Landkreisen bzw. kreisfreien Städten wurde in Frankfurt am Main im Jahr 2014 mit schätzungsweise 2,66 Mrd. Euro der höchste Einzelhandelsumsatz erzielt, was insbesondere auf die hohe Zahl der dort ansässigen Einzelhandelsunternehmen zurückzuführen ist. Während der hohe Gesamtumsatz im Wetteraukreis sowie im Main-Kinzig-Kreis ebenfalls größtenteils durch überdurchschnittlich viele Einzelhandelsunternehmen zu begründen ist, scheint er im Landkreis Fulda sowie im Schwalm-Eder-Kreis vor allem durch sehr umsatzstarke Einzelhandelsunternehmen herbeigeführt worden zu sein.

4. Fazit

Auf der gezeigten feinen Gliederungsebene ist es nicht möglich, mit herkömmlichen direk-

ten Schätzverfahren zuverlässige Prädiktionen durchzuführen. Durch die Verwendung von Hilfsinformationen aus dem Statistischen Unternehmensregister im Rahmen von Small-Area-Verfahren kann jedoch ein klarer Präzisionsgewinn erzielt werden. Die Registerinformationen unterstützen dabei insbesondere Schätzungen für Teilgesamtheiten, in denen nur sehr wenige bis gar keine Unternehmen befragt wurden. Allerdings muss stets geprüft werden, ob die resultierenden Schätzwerte hinsichtlich ihrer Präzision den Anforderungen gerecht werden können. Die Problematik, dass der vorliegende Unternehmensdatensatz streng genommen die Modellannahmen des Battese-Harter-Fuller-Modells verletzt, lässt sich zudem langfristig nicht ignorieren. Um das Ausmaß der Modellverletzung beurteilen und das Potenzial alternativer Schätzverfahren abschätzen zu können, sind weitere Untersuchungen sowie Simulationsstudien durchzuführen.

Julia Manecke; Tel: 0611 3802-868;
E-Mail: redaktion@statistik.hessen.de

Literaturverzeichnis

- Battese, G. E., Harter, R. M., & Fuller, W.A. (1988): An Error-Components Model for Prediction of County Crop Areas Using Survey and Satellite Data, *Journal of the American Statistical Association* 83(401), Seiten 28-36.
- González-Manteiga, W., Lombardía, M. J., Molina, I., Morales, D., & Santamaría, L. (2008): Bootstrap mean squared error of a small-area EBLUP. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 78(5), Seiten 443-462.
- Gottfried, P. (2017): Der Einsatz von Small-Area-Verfahren – erste Erfahrungen mit Area-Level-Schätzungen. *Staat und Wirtschaft* 2017(1).
- Hessisches Statistisches Landesamt (2016): Statistische Berichte: Strukturdaten des Einzelhandels in Hessen im Jahr 2014. Ergebnisse der Jahrerhebung. Kennziffer G 13 - j/14.
- Horvitz, D. G., & Thompson, D. J. (1952): A generalization of sampling without replacement from a finite universe. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260), Seiten 663-685.
- Manecke, J. (2017): Regionale Auswertungen von Unternehmensstatistiken: Methoden und Anwendungen im Kontext der Small Area-Statistik. Masterarbeit (unveröffentlicht).
- Münnich, R., Burgard, J.P., & Vogt, M. (2013). Small Area-Statistik: Methoden und Anwendungen. *ASTA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv*, 6(3-4), Seiten 149-191.
- Rao, J. N. K., & Molina, I. (2015): *Small area estimation*. John Wiley & Sons.
- Sinha, S. K., & Rao, J. N. K. (2009): Robust small area estimation. *Canadian Journal of Statistics*, 37(3), Seiten 381-399.
- Statistisches Bundesamt (2016a): *Jahrerhebung im Handel sowie in der Instandhaltung und Reparatur von Kfz. 2014. Qualitätsbericht*. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2016b): *Qualitätsbericht, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe EVS 2013*, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2008): *Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008)*. Wiesbaden.
- Vaida, F., & Blanchard, S. (2005): Conditional Akaike Information for Mixed-Effect Models. *Biometrika*, 92(2), Seiten 351-370.
- Zewotir, T., & Galpin, J. S. (2007): A unified approach on residuals, leverages and outliers in the linear mixed model. *Test*, 16(1), Seiten 58-75.