

# Fahrleistungs- erhebung 2014 – Inländerfahrleistung

Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen

Verkehrstechnik Heft V 290

The logo consists of the word "bast" in a bold, lowercase, green sans-serif font. The letters are slightly shadowed, giving it a 3D appearance. The logo is positioned in the bottom right corner of the page.

# Fahrleistungs- erhebung 2014 – Inländerfahrleistung

von

Marcus Bäumer  
Heinz Hautzinger  
Manfred Pfeiffer  
Wilfried Stock

IVT Research GmbH, Mannheim

Barbara Lenz  
Tobias Kuhnimhof  
Katja Köhler

Institut für Verkehrsforschung  
DLR, Berlin

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 290

**bast**

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

- A - Allgemeines
- B - Brücken- und Ingenieurbau
- F - Fahrzeugtechnik
- M - Mensch und Sicherheit
- S - Straßenbau
- V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt bei der Carl Schünemann Verlag GmbH, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos angeboten; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Ab dem Jahrgang 2003 stehen die **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST)** zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BAST-Archiv ELBA zur Verfügung.  
<http://bast.opus.hbz-nrw.de>

## Impressum

**Bericht zum Forschungsprojekt FE 82.0584/2013:**  
Fahrleistungserhebung 2014: Begleitung und Auswertung

**Fachbetreuung:**  
Markus Lerner

**Herausgeber**  
Bundesanstalt für Straßenwesen  
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach  
Telefon: (0 22 04) 43 - 0  
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

**Redaktion**  
Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

**Druck und Verlag**  
Fachverlag NW in der  
Carl Schünemann Verlag GmbH  
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen  
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53  
Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48  
[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)

ISSN 0943-9331  
ISBN 978-3-95606-338-1

Bergisch Gladbach, August 2017

## Kurzfassung – Abstract

### Fahrleistungserhebung 2014 – Inländerfahrleistung

Die Gesamtfahrleistung von Kraftfahrzeugen (Kfz), also die Summe der Kilometer, die von einer bestimmten Fahrzeuggesamtheit innerhalb eines festgelegten Zeitraumes auf einem in räumlicher und sachlicher Hinsicht abgegrenzten Straßennetz zurückgelegt werden, ist eine zentrale Kenngröße zur Beschreibung der Inanspruchnahme der Straßenverkehrsinfrastruktur. In der Gesamtfahrleistung spiegelt sich unmittelbar das Ausmaß der räumlichen Austauschbeziehungen innerhalb von Wirtschaft und Gesellschaft wider. Mit der Fahrleistungserhebung (FLE) 2014 liegt für die Bundesrepublik Deutschland erstmals wieder seit 2002 detailliertes statistisches Datenmaterial zur Fahrleistung von Kraftfahrzeugen vor.

Die Erhebung der Inländerfahrleistung, also der Fahrleistung der in Deutschland mit amtlichem Kennzeichen oder Versicherungskennzeichen angemeldeten Kfz, wurde weitgehend identisch zur Vorgängeruntersuchung aus dem Jahr 2002, d. h. als stichprobenartige Halterbefragung, angelegt. Mithin wurde für eine aus dem Zentralen Fahrzeugregister des Kraftfahrt-Bundesamts ausgewählte Stichprobe von Fahrzeugen mittels zweimaliger Tachostandsablesung (durch den betreffenden Kfz-Halter) die Fahrleistung des Fahrzeugs in einem durch das Erhebungsdesign vorgegebenen 10-wöchigen Berichtszeitraum innerhalb des Untersuchungsjahres 2014 erfasst. Einbezogen in die Erhebung wurden sämtliche Kraftfahrzeugarten, vom Mofa bis zur Sattelzugmaschine.

Zur Ermittlung der Inländerfahrleistung 2014 wurden die Halter von insgesamt rund 162.650 zufällig ausgewählten Fahrzeugen befragt. Mit einer Rücklaufquote von 56 % in der Anfangsbefragung (erste Tachostandsablesung) und 85 % in der Schlussbefragung (zweite Tachostandsablesung), was einer Gesamtrücklaufquote von ca. 47 % entspricht, wurde eine erfreulich hohe Teilnahmebereitschaft verzeichnet. Dem allgemeinen Trend folgend, war diese Quote zwar niedriger als bei den Vorläuferprojekten aus den Jahren 1990, 1993 und 2002, lag aber vor allem durch die Anwendung des neu entwickelten Mixed-Mode-Designs (Erweiterung der schriftlich-postalischen Antwort

möglichkeit um eine Online-Variante) sogar leicht über den im Vorfeld der Befragung angestrebten Werten.

Die Inländerfahrleistung betrug im Jahr 2014 bei einem mittleren, d. h. jahresdurchschnittlichen Kfz-Anmeldebestand (der Kfz-Bestand schließt auch Kraftfahrzeuge mit Versicherungskennzeichen mit ein) von 53,5 Mio. Fahrzeugen rund 707 Mrd. Fahrzeugkilometer. Der ganz überwiegende Teil, nämlich knapp 599 Mrd. km oder 85 % der Inländerfahrleistung entfällt auf Personenkraftwagen (inkl. Wohnmobile). Güterkraftfahrzeuge (Lastkraftwagen und Zugmaschinen) haben im Jahr 2014 eine Fahrleistung von rund 84 Mrd. km erbracht, was ca. 12 % der gesamten Inländerfahrleistung entspricht.

Bezieht man die Gesamtfahrleistung der in Deutschland angemeldeten Kraftfahrzeuge auf den mittleren Kfz-Anmeldebestand 2014, erhält man eine mittlere Fahrleistung von 13.200 km pro Fahrzeug und Jahr. Für Personenkraftwagen wurde 2014 eine durchschnittliche Fahrleistung von rund 13.600 km je Pkw ermittelt, für Lastkraftwagen betrug diese 23.900 km je Lkw. Die höchsten durchschnittlichen Fahrleistungen findet man bei Sattelzugmaschinen im gewerblichen Verkehr und bei Fernlinienbussen mit 110.600 bzw. 194.300 km/Jahr. Sehr niedrig sind demgegenüber mit 3.000 km/Jahr die mittleren Jahresfahrleistungen der motorisierten Zweiräder.

Die Inlandsfahrleistung (Gesamtfahrleistung deutscher und ausländischer Fahrzeuge auf dem inländischen Straßennetz) sowie das Unfallrisiko im Straßenverkehr sind Gegenstand des Berichts: BÄUMER, M. et al. (2017): Fahrleistungserhebung 2014 – Inlandsfahrleistung und Unfallrisiko. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 291, Bergisch Gladbach.

### **German Vehicle Mileage Survey 2014 – Kilometers travelled by German motor vehicles**

The total vehicle kilometers travelled (VKT), i.e., the total kilometers covered by a defined group of vehicles during a specified period of time and on a spatially defined and classified road network, is a key figure to quantify the use of road infrastructure. VKT directly reflects the extent of spatial interaction within society and economy. For the first time since 2002, the 2014 German Vehicle Mileage Survey (Fahrleistungserhebung, FLE) provides detailed data on vehicle mileages travelled for Germany.

An odometer-reading survey to elicit VKT by vehicles on register in Germany formed an integral part of the 2014 German Vehicle Mileage Survey. This odometer-reading survey replicated the 2002 predecessor survey to a large extent. Based on total vehicle mileages reported by vehicle owners at the beginning and the end of a predefined 10-week period during 2014, the kilometers travelled per day of the corresponding 10-week period was recorded for each vehicle in the sample. The vehicle sample was drawn from the central German vehicle register at the Kraftfahrt-Bundesamt (Federal Motor Transport Authority) and included all motorized vehicles ranging from mopeds to semi-trailer tractors.

The initial sample of the FLE odometer-reading survey included 162,650 randomly selected vehicles. The response rate of the corresponding vehicle owners in the initial stage of the survey (first odometer reading) was 56%; in the second and final stage of the survey (second odometer reading) it was 85%. This translates to a total response rate of about 47% indicating a relatively high willingness to participate in the survey. In line with the general trend, the 2014 FLE odometer-reading response rate was lower than in previous FLE odometer-reading surveys (1990, 1993, 2002). However, the 2014 response rate was higher than previously expected. This was most likely due to the newly developed mixed-mode survey design, combining paper-and-pencil questionnaires with the additional option of an online questionnaire.

The 2014 total annual VKT by vehicles registered in Germany was estimated at 707 billion vehicle kilometers. This figure relates to an annual average of 53.5 million registered motor vehicles.

The vast majority of these VKT, namely almost 599 billion km or 85% of total annual VKT, are covered by passenger cars (incl. motor homes). Motor vehicles for freight transport (trucks and semi-trailer tractors) contributed 84 billion vehicle km, representing about 12% of total annual VKT by vehicles registered in Germany.

Breaking the total annual VKT down to a per vehicle figure results in an average VKT of 13,200 km per vehicle per year. For passenger cars this figure is 13,600 km; for trucks it is 23,900 km. The highest mileages per vehicle can be found for semi-trailer tractors for commercial transport (110,600 km) and long distance busses (194,300 km). In contrast, powered two-wheelers exhibit the lowest annual mileages (3,000 km).

The total VKT on the German road network (VKT by German vehicles and vehicles registered abroad on the German road network), as well as road traffic accident risk figures, are covered in the report: BÄUMER, M. et al. (2017): Fahrleistungserhebung 2014 – Inlandsfahrleistung und Unfallrisiko. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 291, Bergisch Gladbach.

## Summary

### German Vehicle Mileage Survey 2014 – Kilometers travelled by German motor vehicles

#### 1 Objective

The overall vehicle kilometers travelled (VKT) by motor vehicles, i.e. the total kilometers driven by a defined population of vehicles within a particular period of time on a spatially and technically circumscribed road network, is a key data point when describing the utilization of the road traffic infrastructure. From an economic perspective, the total VKT represents the most important indicator of demand in the motorized road traffic context. VKT indicators are used in a wide variety of different contexts. The total VKT is used in transport and vehicle safety research, for example, as a reference value for accident statistics and in transport-related environmental studies as an indicator of traffic-related environmental impacts.

The total VKT of nationally registered motor vehicles on domestic and foreign roads is referred to as “national vehicle kilometers travelled.” Accordingly, the total vehicle kilometers travelled on the domestic road network by motor vehicles registered in Germany or abroad is known as “domestic vehicle kilometers travelled”.

Vehicle kilometers travelled figures, based on empirical surveys and continuously collected process data, are regularly published by the German Federal Highway Research Institute (manual and automated traffic counts), the Federal Motor Transport Authority (KBA; official goods traffic statistics as well as the statistical document “Verkehr in Kilometern” published since 2013 on the basis of data from motor vehicle general inspections) and the Federal Office for Goods Transport (toll statistics). In its annual “Verkehr in Zahlen” report, the German Institute for Economic Research (DIW) publishes VKT indicators as the result of model calculations based on a range of input data, such as fuel consumption data and the results of VKT surveys from previous years. However, the known sources are of limited usefulness insofar as the respective VKT indicators are based only on certain parts of the road network (traffic counts) or certain vehicle groups (goods transport statistics, toll statistics) or are only roughly

classified according to a few vehicle types (DIW model calculations).

There is general agreement that comprehensive data on motor vehicle VKT with deep stratification can only be generated through special empirical studies with surveys of motor vehicle owners (national VKT) and traffic counts (domestic VKT) as core elements. In view of the associated costs, however, such studies are only conducted at long intervals and thus have the character of individual studies (vehicle mileage surveys).

To determine the domestic VKT, as part of the German Vehicle Mileage Surveys (FLEs) in 1990, 1993 and 2002, owner surveys by IVT e.V. were planned, evaluated, conducted, and analyzed under the auspices of BAST, with the organizational/technical execution of the written/postal surveys being handled by the KBA. This involved surveying a random sample of vehicles across the entire year (selection basis: central vehicle register of the KBA) to determine the VKT through two odometer readings over a reporting period defined by the survey design.

The objective of the 2014 FLE owner survey was to provide current indicators on the national VKT that are compatible in terms of content and methodology with previous studies while simultaneously taking into account changes in vehicle types and vehicle usage that have occurred in the intervening period. It goes without saying that the study was intended not only to estimate the national VKT as a whole with the greatest possible precision, but also the VKT of particular sub-groups of German-registered vehicles as well. As the classification characteristics for the delineation of these sub-groups, the study looks not only at registration characteristics (technical vehicle characteristics and characteristics of the owner) but also survey characteristics that characterize the predominant use or type of use of the vehicle.

#### 2 Methodology

The 2014 owner survey to determine national VKT was largely identical to the preceding study in 2002. The survey again included all motor vehicle types, from mopeds to semi-trailers (only a few special motor vehicle sub-groups such as agricultural tractors and vehicles of the federal police and military are not recorded).

To determine the 2014 national VKT, over 6 survey waves of 151 motor vehicle strata each, a total of approximately 162,650 vehicles were selected through systematic sampling from the central vehicle register (ZFZR) of the Federal Motor Transport Authority (KBA). By surveying the respective vehicle owners with regard to the vehicle odometer readings on two key dates ten weeks apart, the study gathered data regarding the average daily mileage of the vehicles included in the study. In addition to the odometer reading on two occasions (called initial and final survey), the vehicle owner survey also collected information about some additional characteristics such as the predominant type of use of the vehicle and mileage driven in foreign countries. These additional characteristics can not only be used to break down the total VKT, but can also be regarded as independent analysis variables.

With a response rate of 56% in the initial survey and 85% in the final survey, which amounted to a total response rate of approximately 47%, a gratifyingly high degree of willingness to participate was found. Following the general trend, this rate was lower than in the preceding projects in 1990, 1993 and 2002, but mainly due to the newly developed mixed-mode design (extending the written-postal response option to an online variant) the result was actually somewhat above the target values defined in advance of the survey.

Based on the 2014 FLE owner survey, reference values and structural classifications of the total VKT were determined empirically according to the national concept. Due to the large size of the sample, it was possible to derive deeply stratified indicators both regarding the current state as well as – through comparison with the 2002 FLE – the development over time of VKT by vehicles registered in Germany. For the first time, it was also possible to collect useful VKT data for vehicles with alternative drive technologies and energy sources (electric, hybrid). The same applies to vehicles used in the context of new transportation options (e.g. long-distance buses).

The results obtained are based on the method of separate ratio estimation for stratified samples (auxiliary variable: number of motor vehicle days registered). The starting point here is the aforementioned breakdown of the year under examination into 6 time periods and the vehicle population into 151 strata. For each time period and

vehicle stratum, the VKT per vehicle and day of registration is estimated based on the sample data. Through multiplication by the population total number of motor vehicle days registered per period and vehicle stratum (calculation of this total is based on the ZFZR), estimated VKT figures for each time period and vehicle stratum can be derived. A summation over the periods yields the stratum-specific total VKT values, which in a final step can then be aggregated across individual strata (e.g. all passenger vehicle strata) or all strata of vehicles (motor vehicles altogether).

In the representation of the results, the total VKT in the study year is additionally related to the annual average number of registered vehicles. This ratio suggests itself since vehicles can fundamentally only generate VKT on days on which they are registered.

In the design-based estimation method of the 2014 FLE vehicle owner survey, the absolute and relative standard error of the estimator for the VKT can be determined with the aid of a specific estimation formula adapted to the sample selection and VKT estimation method actually applied. As such, the calculation of confidence intervals is possible at any time. The sampling error estimation can be conducted with standard statistical methods, not least due to the fact that neither the non-coverage nor the non-response study for the FLE vehicle owner survey yielded any necessity to correct for biases.

The tasks of the overall FLE 2014 project also included determining the “domestic VKT” (total of all motor vehicle kilometers travelled on the German road network, no matter where the vehicles are registered). Thus, simultaneously with the vehicle owner survey, an automatic count of motor vehicle traffic at randomly chosen locations and days was also carried out. The 24-hour vehicle counts, yielding count data broken down by vehicle type and vehicle nationality, were distributed across the entire German road network and the entire year of 2014. The new primary survey (FLE traffic count 2014) provided the option for the first time in the present context to disaggregate indicators of the national VKT on the German road network by road class and location as well as by type of day and time of day. Details on the domestic VKT are the subject of the report “German Vehicle Mileage Survey 2014 – Domestic Vehicle Kilometers Travelled and Accident Risk” (BASt reports).

### 3 Study results

With an average motor vehicle registration stock<sup>1</sup> of 53.5 million vehicles, the national VKT in 2014 came to roughly 707 billion vehicle kilometers travelled. The overwhelming majority, at just under 599 billion km or 85% of the total value of national VKT, was recorded by passenger vehicles (including motor homes). Goods transport vehicles (trucks and semi-trailers) accounted for roughly 84 billion VKT in 2014, which corresponds to approximately 12% of the total VKT.

The table 1 summarizes the main results.

Relating the entire national VKT to the average registered motor vehicle stock in 2014, the result is an average VKT of 13,220 km per vehicle and year (more precisely: 13,220 km per 365 days of vehicle registration). Eliminating vehicles with insurance tags, the average value rises to 13,598 km. For passenger vehicles in 2014, an average VKT of roughly 13,600 km per passenger vehicle, while the figure for trucks was 23,900 km per truck.

According to information provided by surveyed vehicle owners, roughly 3% of the VKT for national motor vehicles were driven in foreign countries (21.25 bn km). Subtracting this foreign share from the total national VKT yields the national VKT on German roads, which amounted to roughly 685.8 billion km for all vehicle groups. The highest foreign shares were found for motorcycles and

semi-trailers. Across all vehicle types, roughly 400 km per vehicle and year were driven abroad; here semi-trailers and buses came in well ahead of all others (approx. 6,450 and 2,200 kilometers abroad per vehicle and year, respectively).

Differences with respect to the total and average VKT values were found not only between the individual vehicle groups. Vehicle kilometers travelled varied significantly even within the groups. This related to the fact that the type and intensity of use of motor vehicles is strongly correlated with the technical vehicle characteristics.

As concerns the quality of the estimates, it was found that, with the sample design chosen for the German Vehicle Mileage Survey 2014, the salient VKT indicators could be estimated with high accuracy. The accuracy assessments (in particular the estimate of the relative standard error) are of considerable significance for the usefulness of the results for scientific and planning purposes.

To describe the development in terms of vehicle totals and VKT between 2002 and 2014, a subsequent re-treatment of the motor vehicle stock figures from 2002 subtracted the temporarily de-registered vehicles from the overall total. The reason for this was vehicle group- and wave-specific de-registrations in 2002 that had been included in the estimation method used at that time. As a result, the annual average stock of registered motor vehicles could be calculated for 2002 as in 2014 and classified by vehicle groups for the trend analyses being discussed here, which in turn made it possible to break down the change in total VKT into two components: "change in the

<sup>1</sup> The motor vehicle stock also includes vehicles with insurance tags.

Vehicle group	National vehicle kilometers travelled 2014		Average reg. motor vehicle stock 2014		VKT per veh. and year
	in million km	in %	,000 vehicles	in %	in km
Motorcycles	12,368.1	1.7	4,148.0	7.8	2,982
Passenger vehicles	598,704.7	84.7	44,126.1	82.5	13,568
Buses	3,955.9	0.6	77.1	0.1	51,309
Trucks	63,875.7	9.0	2,673.6	5.0	23,891
Semi-trailers	19,309.5	2.7	193.7	0.4	99,692
Other trucks	559.5	0.1	132.9	0.2	4,209
Other vehicles	3,626.5	0.5	304.2	0.6	11,921
Vehicle with ins. tag	4,618.4	0.7	1,823.8	3.4	2,532
Total	707,018.3	100.0	53,479.5	100.0	13,220

Tab. 1: Vehicle kilometers travelled by German vehicles in 2014 by vehicle groups

motor vehicle stock” and “change in motor vehicle use intensity”.

The statistical comparison makes clear that, in spite of a 13.2% increase in the stock of registered motor vehicles, the total VKT of the vehicles rose by just 0.6% between 2002 and 2014, which is due to the reduced intensity of use of the vehicles over that period: Given a 365-day registration period for vehicles, the vehicle kilometers travelled declined from 14,880 in 2002 to 13,220 in 2014, for an 11.2% drop.

Further analysis comparing the period 2002/2014 to the period 1993/2002 has shown the following:

- the growth rate of the motor vehicle stock weakened,
- the decline in intensity of vehicle use accelerated.

With regard to the total vehicle kilometers travelled (national VKT), this means that, unlike in the more distant past, the growth in the motor vehicle stock is scarcely sufficient to compensate for the effect of declining kilometers travelled per vehicle.

## 4 Conclusions

It has proven useful to retain the basic concept of the previous FLE vehicle owner surveys (focus on the most important survey characteristics and use of a short, clearly structured and easily understandable questionnaire) and extend it to include the option of participating not only via post, but also electronically using a laptop, smartphone or like device (mixed-mode design). This made it possible to take account of the changed response behavior for public and corporate surveys and counteract the downward trend in willingness to participate in such survey, as the high response rate of 47% demonstrates.

The innovative approach of conducting an automated traffic count in parallel to the vehicle owner survey was a success and offered the opportunity for the first time to structure the national VKT figures on the German road network according to road class and location as well as day-of-the-week and time-of-day types.

Looking to the future of VKT statistics, it would appear that a further methodological innovation may soon aid work in this field as it becomes

possible to use odometer-reading data for motor vehicles in two successive vehicle inspections that will shortly be available to the Federal Motor Transport Authority. The estimation of VKT on the basis of process data already available offers the opportunity to make the system of mileage surveys even more efficient in the future. The addition of vehicle inspection data would reduce the scope of the still-indispensable owner survey significantly. This, in turn, could open up the possibility of conducting the mileage survey on a regular five-yearly basis, for example.

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Ausgangslage und Zielsetzung</b>	15	3.3.4	Fahrzeuge mit alternativem Antrieb als Teil der Grundgesamtheit	30
1.1	Fahrleistungen als Gegenstand der Verkehrsstatistik	15	3.3.5	Grundzüge des Stichprobenverfahrens	32
1.2	Fahrleistungserhebungen in der Vergangenheit	15	3.3.6	Zeitliche Verteilung der Stichprobe	32
1.3	Das Gesamtvorhaben „Fahrleistungserhebung 2014“	16	3.3.7	Schichtungskonzept	32
1.4	Projektbegleitung	17	3.3.8	Stichprobenumfang	35
<b>2</b>	<b>Gesamtkonzept der Fahrleistungserhebung 2014</b>	17	3.3.9	Auswahltechnik	38
<b>3</b>	<b>Methodik und Verlauf der Halterbefragung zur Ermittlung der Inländerfahrleistung</b>	18	3.4	Erhebungsverfahren	38
3.1	Grundkonzept	18	3.4.1	Erhebungsdesign	38
3.1.1	Grundgesamtheit und Auswahlgrundlage	18	3.4.2	Erhebungswellen	39
3.1.2	Erhebungs- und Stichprobenkonzept	19	3.4.3	Erhebungsorganisation	40
3.1.3	Fahrleistungskennzahlen als Zielgrößen der Hochrechnung	19	3.4.4	Rücklaufüberwachung	41
3.1.4	Bezugsgrößen der Inländerfahrleistung	20	3.4.5	Befragungsinhalt	41
3.1.5	Ergebnisdokumentation	20	3.4.6	Erhebungsunterlagen	43
3.2	Verzahnung der Fahrleistungserhebung 2014 mit weiteren Verkehrserhebungen	21	3.4.7	Mixed-Mode-Survey	45
3.2.1	Problemhintergrund	21	3.4.8	Zusammenfassung der Änderungen gegenüber der Halterbefragung 2002	47
3.2.2	Verknüpfungsmöglichkeiten mit anderen Verkehrserhebungen	22	3.5	Erhebungsverlauf und Datenaufbereitung	48
3.3	Auswahlverfahren	26	3.5.1	Feldverlauf – Schriftlich-postalische und Online-Befragung	48
3.3.1	Statistische Beschreibung der Grundgesamtheit	26	3.5.2	Rücklaufquoten	48
3.3.2	Auswahlgrundlage	28	3.5.3	Vergleich mit früheren Erhebungen	48
3.3.3	Veränderungen in der Zusammensetzung des Fahrzeugbestands als methodisches Problem	29	3.5.4	Vergleich der Antwortmöglichkeiten schriftlich – Online	52
			3.5.5	Datenprüfung und Datenbereinigung	52
			3.5.6	Datenaufbereitung und Qualitätssicherung	55
			3.5.7	Verwertbarkeit der Antworten	57

3.6	Noncoverage-Untersuchungen . . . . .	57	3.8.9	Methodische Besonderheiten bei Kfz mit Versicherungskennzeichen . . . . .	81
3.6.1	Problemstellung . . . . .	57			
3.6.2	Zielgesamtheit versus Auswahlgesamtheit. . . . .	58	<b>4</b>	<b>Inländerfahrleistung: Eckwerte 2014 und zeitliche Veränderung . . . . .</b>	<b>83</b>
3.6.3	Noncoverage-Probleme . . . . .	59	4.1	Hochrechnungen zur Inländerfahrleistung 2014 . . . . .	83
3.6.4	Noncoverage-Bias . . . . .	60	4.1.1	Datengrundlage der Hochrechnung . . . . .	83
3.6.5	Quantifizierung der Überdeckungsrate . . . . .	61	4.1.2	Eckwerte der Inländerfahrleistung 2014 . . . . .	84
3.6.6	Quantifizierung des Mittelwertunterschieds . . . . .	62	4.1.3	Genauigkeit der Schätzung . . . . .	87
3.6.7	Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse der Noncoverage-Untersuchungen . . . . .	63	4.1.4	Fahrleistungen nach Antriebsarten. . . . .	88
3.7	Nonresponse-Untersuchungen. . . . .	64	4.2	Zeitliche Veränderungen der Inländerfahrleistung: Vergleich der Erhebungen 2002 und 2014. . . . .	90
3.7.1	Methodisches Grundkonzept . . . . .	64	4.2.1	Methodisches Vorgehen. . . . .	90
3.7.2	Anwendung des Nonresponse-Modells auf die Halterbefragung . . . . .	64	4.2.2	Totalwert der Inländerfahrleistung 2002/2014. . . . .	92
3.7.3	Quantifizierung des Nonresponse-Effekts durch Hochrechnung von Registermerkmalen. . . . .	66	4.2.3	Kfz-Bestand 2002/2014 . . . . .	92
3.7.4	Item-Nonresponse bei der Halterbefragung . . . . .	68	4.2.4	Mittlere Kfz-Fahrleistungen 2002/2014. . . . .	93
3.7.5	Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse der Nonresponse-Untersuchungen . . . . .	69	<b>5</b>	<b>Aufgliederung der Inländerfahrleistung durch Verknüpfung der Halterbefragung mit anderen Verkehrserhebungen . . . . .</b>	<b>94</b>
3.8	Hochrechnungsverfahren . . . . .	69	5.1	Aufgliederung der Inländerfahrleistung auf Basis der FLE-Verkehrszählung. . . . .	94
3.8.1	Deskriptives Modell der Fahrleistung von Kraftfahrzeugen als konzeptueller Rahmen . . . . .	69	5.1.1	Methodik. . . . .	94
3.8.2	Zahlenbeispiel zur Illustration des Grundkonzepts . . . . .	72	5.1.2	Gliederung der Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen nach Straßenklasse und Ortslage . . . . .	95
3.8.3	Grundgesamtheit und Stichprobe. . . . .	74	5.1.3	Gliederung der Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen nach zeitlichen Merkmalen der Verkehrsteilnahme . . . . .	97
3.8.4	Separate Verhältnisschätzung als Hochrechnungskonzept . . . . .	76	5.2	Aufgliederungen auf Basis anderer Verkehrserhebungen . . . . .	99
3.8.5	Alternative Ansätze zur Schätzung der Fahrleistung pro Anmeldetag . . . . .	77			
3.8.6	Schätzung des Totalwerts der Inländerfahrleistung . . . . .	78			
3.8.7	Fahrleistungskennzahlen für Untergruppen von Fahrzeugen. . . . .	79			
3.8.8	Varianzschätzung . . . . .	79			

<b>6</b>	<b>Die FLE-Halterbefragung als Referenzverfahren zur Ermittlung der Inländerfahrleistung</b> . . . . .	100
6.1	Einordnung der Fahrleistungskennzahlen der Güterkraftverkehrsstatistik . . . . .	101
6.2	Einordnung der Fahrleistungskennzahlen des Mobilitätspanels . . . . .	102
6.3	Einordnung der KBA-Statistik „Verkehr in Kilometern“ . . . . .	103
6.3.1	Grundlagen der KBA-Statistik „Verkehr in Kilometern“ . . . . .	103
6.3.2	Ergebnisse der KBA-Statistik „Verkehr in Kilometern“ vor dem Hintergrund der FLE 2014 . . . . .	103
6.3.3	Ausblick . . . . .	105
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Empfehlungen</b> . . . . .	105
<b>8</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	108

## Abbildungsverzeichnis

Bild 1:	Gesamtkonzept zur Fahrleistungsermittlung
Bild 2:	Repräsentative Verkehrserhebungen in Deutschland
Bild 3:	Wellenstruktur der Halterbefragung
Bild 4:	Interne Struktur der Erhebungswellen
Bild 5:	Erhebungstechnik: Fahrleistungsermittlung mittels Methodenmix
Bild 6:	Übersicht zu den Hochrechnungsperioden, Befragungswellen und Bestandsziehungen
Bild 7:	Rücklaufbearbeitung im KBA (Quelle: KBA 2015)
Bild 8:	Begleitschreiben zur Halterbefragung (Vorderseite)
Bild 9:	Begleitschreiben zur Halterbefragung (Rückseite)
Bild 10:	Optionen der Online-Teilnahme
Bild 11:	Fragebogen zur Halterbefragung
Bild 12:	Beispiel für einen Online-Login
Bild 13:	Onlinefragebogen
Bild 14:	Rücklaufquoten der Anfangsbefragung der Fahrleistungserhebungen 1990, 1993, 2002 und 2014 gegliedert nach Fahrzeuggruppen
Bild 15:	Rücklaufquoten der Schlussbefragung der Fahrleistungserhebungen 1990, 1993, 2002 und 2014 gegliedert nach Fahrzeuggruppen
Bild 16:	Rückläufe 2014: Anteil Online-Antworter gegliedert nach Fahrzeuggruppen
Bild 17:	Startseite der Online-Erhebung
Bild 18:	Zugriffszahlen der Startseite der Online-Erhebung
Bild 19:	Zeitliche Verteilung der Stichprobe hinsichtlich des Ablesedatums der Anfangsbefragung
Bild 20:	Zeitliche Verteilung der Stichprobe hinsichtlich des Ablesedatums der Schlussbefragung
Bild 21:	Plausibilitätsprüfungen der Online-Erhebung im Rahmen der Halterbefragung 2014

## Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Übersicht der Scharniermerkmale
- Tabelle 2: Gegenüberstellung der Scharniermerkmale der FLE 2014 und des MOP 2014
- Tabelle 3: Gegenüberstellung der Scharniermerkmale der FLE 2014 und der MiD 2008/2016
- Tabelle 4: Gegenüberstellung der Scharniermerkmale der FLE 2014 und der KiD 2010
- Tabelle 5: Amtliche Kategorien der Kraftstoff- und Energiequelle (Quelle: KBA)
- Tabelle 6: Zusammenfassende Darstellung der Schichtungsmerkmale (151 Schichten)
- Tabelle 7: Genauigkeitsvorgaben und Bruttostichprobenumfänge für die Fahrzeuggruppen
- Tabelle 8: Zusätzliche Bruttostichprobenumfänge für Pkw mit alternativem Antrieb
- Tabelle 9: Bruttostichprobenumfang gegliedert nach Wellen
- Tabelle 10: Stichtage der Tachostandsablesung nach Erhebungswellen
- Tabelle 11: Antwortergruppen der Welle 2 mit Stichtagen für die erste und zweite Tachostandsablesung
- Tabelle 12: Zusammenfassende Darstellung der beim KBA durchgeführten Arbeiten je Welle
- Tabelle 13: Fragenkomplexe nach Fahrzeuggruppen
- Tabelle 14: Rücklaufquoten der Anfangsbefragung gegliedert nach Wellen
- Tabelle 15: Rücklaufquoten der Schlussbefragung gegliedert nach Wellen
- Tabelle 16: Stichprobenumfang vor und nach der Datenbereinigung
- Tabelle 17: Bei der Noncoverage-Untersuchung zu unterscheidende Teilgruppen von Fahrzeugen
- Tabelle 18: Hypothetische Vierfeldertafel mit Gliederung der Fahrzeuge nach Anmeldestatus bei Bestandssicherung und Anmeldezeiten im Bezugszeitraum
- Tabelle 19: Median der Fahrleistung pro Anmelde- tag gegliedert nach Abmeldezeiten im Referenzzeitraum (Pkw privater Halter)
- Tabelle 20: Median der Fahrleistung pro Anmelde- tag gegliedert nach Abmeldezeiten im Referenzzeitraum (Sattelzug- maschinen)
- Tabelle 21: Schätzwerte für ausgewählte Registermerkmale (ZFZR) gegliedert nach Antwort- und Nichtantworter-Fahr- zeugen der Bruttostichprobe
- Tabelle 22: Mittelwertschätzer für ausgewählte Registermerkmale (ZFZR) bei unter- verschiedenem Gewichtungskonzept
- Tabelle 23: Mittelwertschätzer für ausgewählte Registermerkmale (ZFZR) und Fahr- zeuggruppen auf Basis der Antworter- stichprobe (mit Anpassungsgewich- tung) und der Bruttostichprobe
- Tabelle 24: Im Fahrzeugregister erfasste Kfz mit Versicherungskennzeichen zu unter- verschiedenen Stichtagen
- Tabelle 25: Stichprobenumfang der Halterbefra- gung zur Kfz-Fahrleistung 2014
- Tabelle 26: Inländerfahrleistung 2014 gegliedert nach Fahrzeuggruppe
- Tabelle 27: Inländerfahrleistung 2014 gegliedert nach Fahrzeuggruppe und Territorium der Fahrleistungserbringung
- Tabelle 28: Kraftfahrzeugbestand und Inländer- fahrleistung 2014 gegliedert nach Fahrzeuggruppen und Fahrzeugart
- Tabelle 29: Konfidenzintervalle und relativer Feh- ler (Sicherheitsgrad 95 %) sowie rela- tiver Standardfehler für die Fahrlei- stung pro Kfz und Jahr gegliedert nach Kfz-Gruppe

- Tabelle 30: Relativer Fehler (Sicherheitsgrad 95 %) und relativer Standardfehler für die Fahrleistung pro Kfz und Jahr gegliedert nach Kfz-Gruppe und Antriebsart gemäß Schichtung
- Tabelle 31: Zusammenfassung der Variable Kraftstoffart/Energiequelle zu 7 Hauptgruppen
- Tabelle 32: Inländerfahrleistung 2014 gegliedert nach Antriebsart gemäß KREN
- Tabelle 33: Vergleich zentraler Kennzahlen zur Inländerfahrleistung 2002 und 2014
- Tabelle 34: Langfristige Entwicklung zentraler Kennzahlen zur Inländerfahrleistung
- Tabelle 35: Totalwert der Inländerfahrleistung 2002 und 2014 gegliedert nach Fahrzeuggruppe
- Tabelle 36: Mittlerer Kfz-Anmeldebestand 2002 und 2014 gegliedert nach Fahrzeuggruppe
- Tabelle 37: Fahrleistung pro Kfz und Jahr 2002 und 2014 gegliedert nach Fahrzeuggruppe
- Tabelle 38: Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen 2014 gemäß Halterbefragung gegliedert nach Fahrzeugart
- Tabelle 39: Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen 2014 gegliedert nach Straßenklasse, Ortslage und Fahrzeugart
- Tabelle 40: Anteile der Straßenklasse/Ortslage-Kombinationen an der Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen 2014 gegliedert nach Fahrzeugarten
- Tabelle 41: Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen 2014 gegliedert nach Wochentagstyp und Fahrzeugart
- Tabelle 42: Anteile der Wochentagstypen an der Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen 2014 gegliedert nach Fahrzeugarten
- Tabelle 43: Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen 2014 gegliedert nach Tageszeit und Fahrzeugart
- Tabelle 44: Anteile der Tagesstunden an Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen 2014 gegliedert nach Fahrzeugarten
- Tabelle 45: Fahrleistung deutscher Lastkraftfahrzeuge auf deutschen Straßen gemäß Güterkraftverkehrsstatistik
- Tabelle 46: Fahrleistung deutscher Lastkraftfahrzeuge auf deutschen Straßen 2014 gemäß Güterkraftverkehrsstatistik und Fahrleistungserhebung (FLE-Halterbefragung)
- Tabelle 47: Kfz-Bestände gemäß Halterbefragung 2014 und KBA-Statistik 2014
- Tabelle 48: Vergleich der hochgerechneten Gesamtfahrleistung gemäß FLE 2014 und KBA-Statistik 2014



# 1 Ausgangslage und Zielsetzung

## 1.1 Fahrleistungen als Gegenstand der Verkehrsstatistik

In der Verkehrsstatistik versteht man unter „Fahrleistung“ ganz allgemein die von Fahrzeugen in einem bestimmten Zeitraum in einem bestimmten Verkehrsnetz zurückgelegte Distanz in Fahrzeugkilometern. Die Summe der Fahrleistungen aller Fahrzeuge, welche zu einer bestimmten Fahrzeugesamtheit gehören, wird Gesamtfahrleistung oder Fahrleistungstotalwert genannt; gelegentlich wird aber auch nur kurz von Fahrleistung gesprochen, wenn eigentlich die Gesamtfahrleistung gemeint ist.

Die Gesamtfahrleistung von Kraftfahrzeugen (Kfz), also die Summe der Kilometer, die von einer bestimmten Kfz-Gesamtheit innerhalb eines festgelegten Zeitraumes auf einem räumlich und sachlich abgegrenzten Straßennetz zurückgelegt werden, ist eine zentrale Kenngröße zur Beschreibung der Inanspruchnahme der Straßenverkehrsinfrastruktur. Aus ökonomischer Sicht stellt die Gesamtfahrleistung die wohl wichtigste Kennzahl der Nachfrage im motorisierten Straßenverkehr dar. Fahrleistungskennzahlen werden in den unterschiedlichsten Zusammenhängen verwendet. So dient die Gesamtfahrleistung in der Verkehrssicherheitsforschung als Bezugsgröße für Unfallzahlen und in der Verkehrsökologie als Indikator für verkehrsbedingte Umweltbelastungen.

Die Gesamtfahrleistung von im Inland zugelassenen Kraftfahrzeugen auf inländischen und ausländischen Straßen wird „Inländerfahrleistung“ genannt. Entsprechend heißt die auf dem inländischen Straßennetz erbrachte Gesamtfahrleistung von im Inland oder Ausland zugelassenen Kraftfahrzeugen „Inlandsfahrleistung“.

Fahrleistungskennzahlen basierend auf empirischen Erhebungen bzw. laufend anfallenden Prozessdaten werden regelmäßig von der Bundesanstalt für Straßenwesen (manuelle und automatische Verkehrszählungen), dem Kraftfahrt-Bundesamt (amtliche Güterkraftverkehrsstatistik sowie seit 2013 die Statistik „Verkehr in Kilometern“) und dem Bundesamt für Güterverkehr (Mautstatistik) veröffentlicht. Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) publiziert in „Verkehr in Zahlen“ jährlich Fahrleistungskennzahlen als Ergebnis von Berechnungen, in welche verschiedene Inputdaten

wie z. B. Kraftstoffverbräuche sowie Ergebnisse früherer Fahrleistungserhebungen einfließen. Allerdings sind die genannten Quellen insoweit von beschränkter Aussagekraft, als sich die betreffenden Fahrleistungskennzahlen nur auf bestimmte Teile des Straßennetzes (BAST) oder bestimmte Fahrzeuggruppen (KBA, BAG) beziehen bzw. nur relativ grob nach einigen wenigen Kraftfahrzeugarten (DIW) aufgliedert sind.

## 1.2 Fahrleistungserhebungen in der Vergangenheit

Es besteht allgemein Einigkeit darüber, dass umfassende Daten zu Kfz-Fahrleistungen in tiefer Gliederung nur durch spezielle Studien mit Repräsentativbefragungen von Kfz-Haltern und Verkehrszählungen als Kernelementen bereitgestellt werden können. Wegen des damit verbundenen Aufwands werden solche Studien allerdings nur in größerem zeitlichen Abstand durchgeführt, sie haben also den Charakter von Einzeluntersuchungen (Fahrleistungserhebungen). Solche speziellen Fahrleistungserhebungen gab es in Deutschland 1990, 1993 und 2002. Durchgeführt wurden die genannten Projekte jeweils im Auftrag der BAST.

Bei der Fahrleistungserhebung 1990 wurde zur Ermittlung der Inländerfahrleistung eine schriftliche Halterbefragung mit Tachostandsablesung an zwei vorgegebenen Stichtagen durchgeführt, ein Erhebungsverfahren, das sich in der Folge zum Standard für derartige Befragungen entwickelte. Mit dem Ziel einer Vertiefung der Resultate zur Inländerfahrleistung und der Ermittlung von Eckwerten zur Inlandsfahrleistung wurden in großem Umfang weitere Primärerhebungen (Zählungen und Befragungen) sowie sekundärstatistische Datenquellen in die Analysen einbezogen.

Während sich die Fahrleistungserhebung 1990 auf das alte Bundesgebiet erstreckte, bezog die Fahrleistungserhebung 1993 auch und vor allem die neuen Bundesländer mit ein. In methodischer Hinsicht wie auch im Hinblick auf die einbezogenen primär- und sekundärstatistischen Daten handelte es sich um eine Replikation der vorausgegangenen Erhebung mit dem Ziel einer Aktualisierung und Vervollständigung des Datenmaterials für das inzwischen wiedervereinigte Deutschland.

Angesichts veränderter demografischer und verkehrlicher Rahmenbedingungen wurde im Jahr

2002 eine weitere Fahrleistungserhebung durchgeführt. Dieses Jahr war insoweit günstig gewählt, als parallel weitere bundesweite und europäische Verkehrserhebungen stattfanden (MiD 2002, KiD 2002 und DATELINE), mit denen Verzahnungen möglich waren. Insgesamt entstand so ein abgestimmter, harmonisierter Datenkranz zum motorisierten Straßenverkehr, der vielfältigen Nutzerinteressen gerecht wurde. Wie bereits in den Vorläuferprojekten mussten verschiedene Datenbestände im Rahmen der Hochrechnungen miteinander verknüpft und ergänzende Modellrechnungen durchgeführt werden, um dem Informationsbedarf der verschiedenen Nutzergruppen gerecht zu werden. Die Fahrleistungserhebung 2002 umfasste zwei Primärerhebungen, nämlich die als „Grunderhebung“ bezeichnete Halterbefragung zur Ermittlung der Inländerfahrleistung (wie schon 1990 und 1993 durchgeführt vom KBA) und die „Erhebung zum grenzüberschreitenden Verkehr“ (Zählungen und Befragungen durchgeführt von IVV-Aachen). Aus der letztgenannten Erhebung wurden die Fahrleistungen im grenzüberschreitenden Verkehr (inländische Kfz im Ausland und ausländische Kfz im Inland) geschätzt, was in Verbindung mit der oben angesprochenen Grunderhebung sowie der Straßenverkehrszählung 2000 die Bestimmung von Eckwerten zur Inlandsfahrleistung erlaubte.

Mit den Daten der bisherigen Fahrleistungserhebungen wurden zusätzlich zu Fahrleistungskennzahlen nach dem Inländer- und Inlandskonzept immer auch Unfallrisikokennzahlen für den motorisierten Straßenverkehr in Deutschland ermittelt.

Die methodischen Grundlagen und statistischen Verfahren der Fahrleistungserhebungen 1990, 1993 und 2002 gehen wesentlich auf das Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung e. V. (IVT) zurück, bei dem jeweils die wissenschaftliche Leitung des Gesamtvorhabens lag.

### 1.3 Das Gesamtvorhaben „Fahrleistungserhebung 2014“

Im Jahr 2013 wurde in dem von DLR Institut für Verkehrsforschung und IVT Research bearbeiteten BAST-Forschungsprojekt „Methodenstudie zur Fahrleistungserhebung“ (FE-Nr. 82.0545/2012) das methodische Vorgehen zur Ermittlung der Inländer- und Inlandsfahrleistungen sowie der fahrleistungsbezogenen Unfallrisikokennziffern überprüft und wo erforderlich weiter- bzw. neu entwickelt.

Für das Gesamtvorhaben „Fahrleistungserhebung 2014“ ergab sich aus der genannten Methodenstudie eine Gliederung in drei Teilprojekte mit den Schwerpunkten

- Halterbefragung zur Ermittlung der Inländerfahrleistung,
- Verkehrszählung zur Ermittlung der Inlandsfahrleistung sowie
- wissenschaftliche Gesamtleitung, Begleitung und Auswertung der Erhebungen.

Die Fahrleistungserhebung 2014 unterscheidet sich von ihren Vorläufern vor allem dadurch, dass die Verkehrszählung sich jetzt auf das gesamte inländische Straßennetz bezieht und nicht auf den grenzüberschreitenden Verkehr beschränkt ist. Dies bedeutet, dass – wie bisher schon die Inländerfahrleistung – nunmehr auch die Inlandsfahrleistung mittels stichprobentheoretisch fundierter Verfahren direkt aus einer auf das entsprechende Untersuchungsziel zugeschnittenen Erhebung hochgerechnet werden kann.

Der Auftrag zur Durchführung einer schriftlich-postalischen Kfz-Halterbefragung zur Ermittlung der Inländerfahrleistung wurde dem Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) erteilt. Die Online-Erhebung zur Kfz-Halterbefragung wurde von der Interrogare GmbH betreut.

Die bundesweite Verkehrszählung zur Ermittlung der Inlandsfahrleistung wurde an die Siemens AG (Aufgabenschwerpunkt Durchführung der Verkehrszählung) und im Unterauftrag an die DTV-Verkehrsconsult GmbH (Aufgabenschwerpunkt Erhebungsorganisation und Datenaufbereitung) vergeben.

Mit dem übergreifenden Projekt „Fahrleistungserhebung 2014: Begleitung und Auswertung“ wurde die IVT Research GmbH und im Unterauftrag das DLR Institut für Verkehrsforschung beauftragt. Das Projekt hatte die folgenden Aufgaben und Ziele:

- wissenschaftliche Leitung des Gesamtvorhabens „Fahrleistungserhebung 2014“,
- fachliche Koordination und methodische Unterstützung der beiden Teilprojekte des Gesamtvorhabens (Halterbefragung und Verkehrszählung),
- Aufbereitung und Zusammenführung der Ergebnisse aus den Teilprojekten,

- Auswertung und Hochrechnung der empirischen Befragungs- und Zählenden der „Fahrleistungserhebung 2014“ (Inländer- und Inlandsfahrleistung),
- statistische Schätzung fahrleistungsbezogener Unfallrisikokennziffern,
- zusammenfassende Ergebnisdarstellung und Interpretation der Befunde in ausführlichen Forschungsberichten.

Im hier vorliegenden Bericht werden Methodik und Ergebnisse der Halterbefragung zur Ermittlung der Inländerfahrleistung behandelt. Das methodische Vorgehen bei der Verkehrszählung zur Ermittlung der Inlandsfahrleistung und die entsprechenden Resultate werden in einem separaten Bericht vorgestellt.

#### 1.4 Projektbegleitung

Das Gesamtvorhaben „Fahrleistungserhebung 2014“ wurde von einem von der BASt einberufenen forschungsbegleitenden Ausschuss fachlich unterstützt, in dem folgende Institutionen vertreten waren:

- Bundesamt für Güterverkehr,
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur,
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung,

- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH,
- Kraftfahrt-Bundesamt,
- Statistisches Bundesamt.

Hilfestellung in Fragen des Datenschutzes wurde dem Projekt durch die Bundesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit zuteil.

## 2 Gesamtkonzept der Fahrleistungserhebung 2014

Die Fahrleistungserhebung 2014 stellt ein System von statistischen Erhebungen und Berechnungen dar: Die angestrebten Ergebnisse zur Inländer- und Inlandsfahrleistung können nur im Rahmen eines Erhebungs- und Hochrechnungssystems gewonnen werden, welche aus mehreren, einander ergänzenden Bausteinen bestehen. Bei der Festlegung der entsprechenden Erhebungen und Berechnungen spielt die Unterscheidung nach dem Territorium der Fahrleistungserbringung (Inland/Ausland) und sowie der Zulassung der betreffenden Kraftfahrzeuge (Inland/Ausland) die entscheidende Rolle. Das nachfolgende Schaubild zeigt das gewählte Gesamtkonzept zur Ermittlung der für die verschiedenen Fahrleistungskomponenten notwendigen methodischen Ansätze bzw. Datenquellen im Überblick.

Zulassung des Kraftfahrzeugs	Territorium der Fahrleistungserbringung		Insgesamt
	Inland	Ausland	
Inland	Halterbefragung Verkehrszählung	Halterbefragung (mit Zusatzfragen zu Auslandsfahrleistungen)	<b>Inländerfahrleistung</b> (über Halterbefragung)
Ausland	Verkehrszählung		
<b>Insgesamt</b>	<b>Inlandsfahrleistung</b> (über Verkehrszählung)		

Bild 1: Gesamtkonzept zur Fahrleistungsermittlung

Die Inländerfahrleistung (dargestellt im vorliegenden Bericht) – als Eckwert und in Untergliederung nach Halter- und Fahrzeuggruppen – wird für den betreffenden Untersuchungszeitraum (Kalenderjahr 2014) empirisch durch eine primärstatistische Halterbefragung ermittelt, wobei auf das vielfach bewährte Stichprobenverfahren mit dem Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) als datenerhebende Organisation zurückgegriffen werden kann.

Die Inlandsfahrleistung – als Eckwert und in Untergliederung nach Fahrzeuggruppen und Teilsegmenten des Straßennetzes – wird durch eine stichprobenartige allgemeine Verkehrszählung ermittelt. Diese Zählung erstreckt sich auf den gesamten Untersuchungszeitraum (Kalenderjahr 2014) und das gesamte außer- und innerörtliche Straßennetz in Deutschland.

Daten über die Auslandsfahrleistungen deutscher Kfz werden im Rahmen der Halterbefragung (KBA) mittels einer Zusatzfrage zum Auslandseinsatz des Kfz zwischen den beiden Tachostandsablesungen gewonnen.

Die empirische Erhebung der Fahrleistungen ausländischer Kfz in Deutschland erfolgt im Rahmen der Verkehrszählung durch Unterscheidung nach der Nationalität des Kfz.

Wie bei den bisherigen Fahrleistungserhebungen werden auch mit den aktuellen Daten der Fahrleistungserhebung nach dem Inlandskonzept Unfallrisikokennzahlen für den motorisierten Straßenverkehr in Deutschland ausgewiesen. Hierbei handelt es sich einerseits um Unfallbeteiligungsrate des Typs  $UBR = (\text{Anzahl unfallbeteiligte Kfz}) / (\text{Kfz-Inlandsfahrleistung})$  und andererseits um Verunglücktenraten der Form  $VR = (\text{Anzahl verunglückte Kfz-Benutzer}) / (\text{Kfz-Inlandsfahrleistung})$ .

Der Erhebung der Inländerfahrleistung wie auch der Inlandsfahrleistung liegt ein umfassendes Datenschutzkonzept zugrunde, welches mit der Bundesbeauftragten für den Datenschutz und die Informationsfreiheit abgestimmt wurde.

## 3 Methodik und Verlauf der Halterbefragung zur Ermittlung der Inländerfahrleistung

### 3.1 Grundkonzept

Die Fahrzeughalterbefragung dient zur Ermittlung der Inländerfahrleistung 2014, d. h. der in diesem Jahr von in Deutschland zugelassenen Kfz erbrachten Fahrleistung im In- und Ausland. Hauptzweck der Halterbefragung ist die Ermittlung von Eckwerten der Jahresfahrleistung nach Fahrzeuggruppen.

Da sich das generelle Konzept der Halterbefragung, also die zweimalige Ablesung des Tachostands bei den aus dem KBA-Register ausgewählten Fahrzeugen, im Rahmen der Vorläuferprojekte bewährt hat, findet das bisherige Erhebungs- und Stichprobendesign auch bei der Neuauflage der Fahrleistungserhebung Anwendung. Dies hat zudem den Vorteil, dass so auch die Vergleichbarkeit mit den vorangegangenen Erhebungen sichergestellt ist.

#### 3.1.1 Grundgesamtheit und Auswahlgrundlage

Grundgesamtheit der Halterbefragung ist die Gesamtheit aller Kraftfahrzeuge, die im Kalenderjahr 2014 ganzjährig oder zeitweise mit amtlichem Kennzeichen oder Versicherungskennzeichen im Zentralen Fahrzeugregister (ZFZR) des KBA angemeldet sind. Hiervon sind lediglich einige wenige, in Kapitel 3.3.2 genauer bezeichnete Fahrzeugarten ausgenommen. Der Umfang der so definierten Grundgesamtheit entspricht der Zahl der Kraftfahrzeuge, die an mindestens 1 Tag des Jahres 2014 zum ZFZR-Anmeldebestand gehören (zeitraumbbezogener Anmeldebestand). Hiervon zu unterscheiden ist der Fahrzeugbestand in der üblichen Definition als stichtagsbezogene Größe (zeitpunktbezogener Anmeldebestand).

Ziel der Halterbefragung ist die Ermittlung der Gesamtfahrleistung 2014 nach dem Inländerkonzept, Zielgröße der Hochrechnung ist also die Summe der von den Fahrzeugen der Grundgesamtheit im Kalenderjahr 2014 im In- und Ausland zurückgelegten Fahrzeugkilometer. Folglich steht erst am Ende des Untersuchungszeitraums fest, welche Fahrzeuge zur Grundgesamtheit der Halterbefragung gehören. Eine Stichprobe direkt aus der Grundgesamtheit könnte man also erst nach Ablauf

des Untersuchungszeitraums ziehen, was wiederum nur in Verbindung mit einer retrospektiven Befragung der Halter zur Fahrleistung ihrer Fahrzeuge im Untersuchungszeitraum sinnvoll wäre. Im Übrigen müsste beim retrospektiven Ansatz ein Verzeichnis der zur Grundgesamtheit gehörenden Fahrzeuge im KBA erst mit beträchtlichem Aufwand auf Basis der Registereintragungen im abgelaufenen Untersuchungszeitraum erstellt werden.

Wenn man, wie dies im Folgenden noch näher beschrieben wird, das ZFZR in seiner faktisch vorliegenden Form als Auswahlgrundlage für die Ziehung einer Fahrzeugstichprobe verwendet, so zieht man aus einem zeitpunktbezogenen Kfz-Anmeldebestand, der sich von dem zeitraumbezogenen Anmeldebestand, welcher die Grundgesamtheit der Halterbefragung bildet, zwangsläufig unterscheidet. Die aus dieser Nichtübereinstimmung von Grundgesamtheit und Auswahlgesamtheit resultierenden methodischen Probleme werden an späterer Stelle ausführlich behandelt.

### 3.1.2 Erhebungs- und Stichprobenkonzept

Neben den im Rahmen der Halterbefragung selbst erhobenen Merkmalen gehören zum Datenbestand der Halterbefragung auch viele aus dem ZFZR übernommene Registermerkmale, welche die Fahrzeuge und ihre Halter kennzeichnen. Wichtigstes Erhebungsmerkmal der prospektiv angelegten Halterbefragung ist selbstverständlich die Fahrleistung, die als Differenz zweier Tachostände ermittelt wird.

An sich wäre es wünschenswert, bei den einzelnen in die Stichprobe gelangten Fahrzeuge die Jahresfahrleistung 2014 zu erheben, da man so neben dem Fahrleistungstotalwert 2014 auch die Häufigkeitsverteilung der Jahresfahrleistung aller Kraftfahrzeuge mit statistischen Verfahren ermitteln könnte. Dies würde allerdings Tachostandsablesungen im Abstand von 12 Monaten (Jahresbeginn und -ende) erfordern, gegen die jedoch schwerwiegende befragungsmethodische Einwände bestehen.

Wesentlich valider sind Tachostandsablesungen in kürzeren Abständen (hier 10 Wochen). Mit empirischen Fahrleistungsdaten, die sich auf kürzere Zeiträume innerhalb eines Kalenderjahres beziehen, kann man den Fahrleistungstotalwert für das betreffende Jahr schätzen. Voraussetzung hierfür ist, dass die Berichtszeiträume, auf welche sich die

erhobenen Fahrzeugfahrleistungen beziehen, über das gesamte Untersuchungsjahr verteilt sind. Erreicht wird dies durch eine Zerlegung der Halterbefragung in insgesamt 6 voneinander unabhängige Befragungswellen, die das Jahr 2014 vollständig überdecken. Eine Ermittlung der Häufigkeitsverteilung der Jahresfahrleistung von Fahrzeugen (Fahrleistungsklassen) auf Basis beobachteter 10-Wochen-Fahrleistungen ist nicht möglich. Unproblematisch ist es aber, die zur Berechnung von Konfidenzintervallen für die Gesamtsamtfahrleistung sowie für gruppenspezifische Fahrleistungstotalwerte benötigten Varianzen statistisch zu schätzen.

### 3.1.3 Fahrleistungskennzahlen als Zielgrößen der Hochrechnung

Die Summe der Fahrzeugfahrleistungen, ermittelt nach dem Inländerkonzept, interessiert nicht nur für die Gesamtheit aller Kraftfahrzeuge, sondern auch und vor allem für bestimmte Teilkollektive von Fahrzeugen. Zur Aufgliederung der gesamten Inländerfahrleistung 2014 kommen

- Merkmale des Fahrzeugs sowie
- Merkmale des Halters/Hauptnutzers

in Betracht.

Gliederungsmerkmale, die sich auf das Fahrzeug und seinen üblichen bzw. überwiegenden Einsatz beziehen oder den Halter bzw. Hauptnutzer des Fahrzeugs näher beschreiben, können in der Halterbefragung selbst erhoben bzw. aus dem Zentralen Fahrzeugregister des KBA als der Auswahlgrundlage der Halterbefragung übernommen werden. Letzteres gilt vor allem für technische Fahrzeugmerkmale.

Aufgliederungen der hochgerechneten Inländerfahrleistung 2014 nach Merkmalen des Fahrbetriebs und des Fahrers wie auch der benutzten Verkehrswege sind mit den Daten der Halterbefragung (Erhebungs- und Registerdaten) nicht möglich. Hierzu müssen vielmehr hochgerechnete Fahrleistungstotalwerte aus der Halterbefragung 2014 mit entsprechenden Aufteilungsfaktoren aus zeitlich parallelen Verkehrserhebungen verknüpft werden.

Hier ist vorrangig die Verkehrszählung im Rahmen der Fahrleistungserhebung 2014 zu nennen, anhand derer der auf das inländische Straßennetz entfallende Teil der Inländerfahrleistung nach Stra-

ßenklasse und Ortslage sowie nach zeitlichen Merkmalen aufgegliedert werden kann (siehe Kapitel 5.1). Für Untergliederungen der Inländerfahrleistung nach sachlichen Merkmalen der zugrundeliegenden Kfz-Fahrten (z. B. Zweck der Fahrt, Alter und Geschlecht des Fahrers) liegen anders als 2002 keine zeitlich oder von der Abgrenzung direkt korrespondierenden einzelfahrtbezogenen Verkehrserhebungen vor (siehe Kapitel 5.2).

Ergänzend sei mit Blick auf die Halterbefragung 2014 noch angemerkt, dass Erhebungs- und Registermerkmale je nach Untersuchungsziel nicht nur als Gliederungsmerkmale, sondern auch als eigenständige Analysevariable in Betracht kommen. Ein Beispiel hierfür wäre etwa eine Untersuchung des Zusammenhangs zwischen dem Erhebungsmerkmal „überwiegender Einsatzzweck des Fahrzeugs“ und den Registermerkmalen „Fahrzeugart“ und „Wirtschaftszweig“ des Halters. Die Daten der Halterbefragung eröffnen also über die hier durchzuführenden Fahrleistungsanalysen hinaus vielfältige weitere Untersuchungsmöglichkeiten.

### 3.1.4 Bezugsgrößen der Inländerfahrleistung

Es liegt unmittelbar nahe, die Summe der Fahrzeugfahrleistungen auf die Zahl der Fahrzeuge zu beziehen, welche die betreffenden Fahrleistungen erbracht haben. Da sich der im ZFZR erfasste Kfz-Anmeldebestand im Jahresverlauf permanent ändert, stellt sich gleichwohl die Frage, wie die Bezugsgröße der Inländerfahrleistung 2014 konkret zu definieren ist.

Nicht zuletzt vor dem Hintergrund der früheren Fahrleistungserhebungen sind als Bezugsgrößen denkbar:

- der jahresdurchschnittliche Fahrzeugbestand,
- der Fahrzeugbestand zur Jahresmitte sowie
- der Fahrzeugbestand zu Jahresbeginn.

Mit Blick auf die zwischenzeitlich eingetretenen Veränderungen im Registeraufbau ist klar, dass unter dem Begriff Fahrzeugbestand jetzt der Kfz-Anmeldebestand zu verstehen ist.

Da die angemeldeten Kfz die „Fahrleistungserzeuger“ sind, ist die durchschnittliche Anzahl angemeldeter Fahrzeuge (Durchschnitt über die Tage des Untersuchungszeitraums) die aus konzeptioneller Sicht „natürliche“ Bezugsgröße der Inländerfahrleistung. Dies äußert sich nicht zuletzt darin, dass

diese Bestandsgröße bei der Hochrechnung der Gesamtfahrleistung eine zentrale Rolle spielt. Ihre Verwendung als Bezugsgröße bei der Ergebnisdarstellung ist allenfalls insoweit etwas problematisch, als diese Größe nicht absolut exakt, sondern nur in guter Näherung (durch wiederholte ZFZR-Auszählung) ermittelt werden kann und die derzeitigen Berichtssysteme der amtlichen und halbamtlichen Verkehrsstatistik diese Größe nicht beinhalten.

Der Bestand zur Jahresmitte ist als Bezugsgröße der Inländerfahrleistung grundsätzlich geeignet. Da dieser Bestand aber seit 2001 nicht mehr in den an die breitere Fachöffentlichkeit gerichteten verkehrsstatistischen Publikationen (z. B. „Verkehr in Zahlen“) publiziert wird, ist seine Verwendung als Bezugsgröße bei weitem nicht mehr so naheliegend, wie dies bei den früheren Fahrleistungserhebungen der Fall war.

Anders als der Kfz-Bestand zur Jahresmitte wird der Bestand zu Jahresbeginn im Rahmen der amtlichen Statistik in tiefer Gliederung ermittelt und der Öffentlichkeit in vielfältiger Form zugänglich gemacht. Wegen der saisonalen Schwankungen und der Trendkomponente im Kfz-Bestand ist seine Verwendung als Bezugsgröße der Inländerfahrleistung aus methodischen Gründen jedoch zu verwerfen.

Vor diesem Hintergrund wurde entschieden, bei Ergebnisdarstellungen und Tabellierungen generell den jahresdurchschnittlichen Bestand angemeldeter Fahrzeuge, im Folgenden kurz „mittlerer Kfz-Anmeldebestand“ genannt, als Bezugsgröße der Inländerfahrleistung zu verwenden.

### 3.1.5 Ergebnisdokumentation

Wie bei der Ergebnisdokumentation zur Fahrleistungserhebung 2002 werden die zentralen Hochrechnungsergebnisse in einer Übersichtstabelle zusammengefasst, welche die Kennzahlen

- mittlerer Kfz-Anmeldebestand 2014,
- Inländerfahrleistung 2014,
- Inländerfahrleistung 2014 bezogen auf den mittleren Kfz-Anmeldebestand 2014 und
- Zahl der Kraftfahrzeuge in der Stichprobe

untergliedert nach 10 Fahrzeuggruppen enthält. Zur Quantifizierung der Hochrechnungsgenauigkeit wird jeweils zusätzlich das 95-Prozent-Konfidenzintervall für die Inländerfahrleistung 2014 angegeben.

Alle weiteren Ergebnisdarstellungen erfolgen getrennt nach Fahrzeuggruppen. Die betreffenden Tabellen sind ein- oder zweidimensional angelegt, d. h. die jeweils betrachtete Fahrzeuggruppe wird nach ein oder zwei Merkmalen in Teilgesamtheiten gegliedert (z. B. Krafträder gegliedert nach Fahrzeugart und Alter des Fahrzeugs). Für jede so entstehende Teilgesamtheit werden die oben genannten Kennzahlen angegeben.

## 3.2 Verzahnung der Fahrleistungserhebung 2014 mit weiteren Verkehrserhebungen

### 3.2.1 Problemhintergrund

Sowohl die Mobilität der privaten Haushalte als auch Teile des Wirtschaftsverkehrs werden durch die amtliche Verkehrsstatistik nicht ausreichend detailliert beschrieben. Deshalb sind zusätzliche empirische Erhebungen notwendig, um das Verkehrsgeschehen insgesamt abbilden zu können. Hier hat sich – größtenteils unter Förderung durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale

Infrastruktur und in Teilen mit Unterstützung durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) – ein Kranz sich ergänzender repräsentativer Erhebungen entwickelt (Bild 2). Dazu zählen:

- Mobilität in Deutschland (MiD), eine Querschnittsstudie zum Mobilitätsverhalten der Bevölkerung,
- Deutsches Mobilitätspanel (MOP), eine Längsschnittsstudie zum Mobilitätsverhalten der Bevölkerung,
- Fahrleistungserhebung (FLE), eine Erhebung der Fahrzeugfahrleistung der deutschen Kraftfahrzeuge und der Gesamtfahrleistung auf deutschen Straßen,
- Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland (KiD), eine Mobilitätsstudie zu Einsatz und Nutzung von Kraftfahrzeugen mit dem Schwerpunkt Wirtschaftsverkehr,
- Straßenverkehrszählung (eine manuelle Erhebung der Verkehrsstärken auf Bundesautobahnen und Bundesstraßen) sowie zahlreiche automatische Zählstellen,

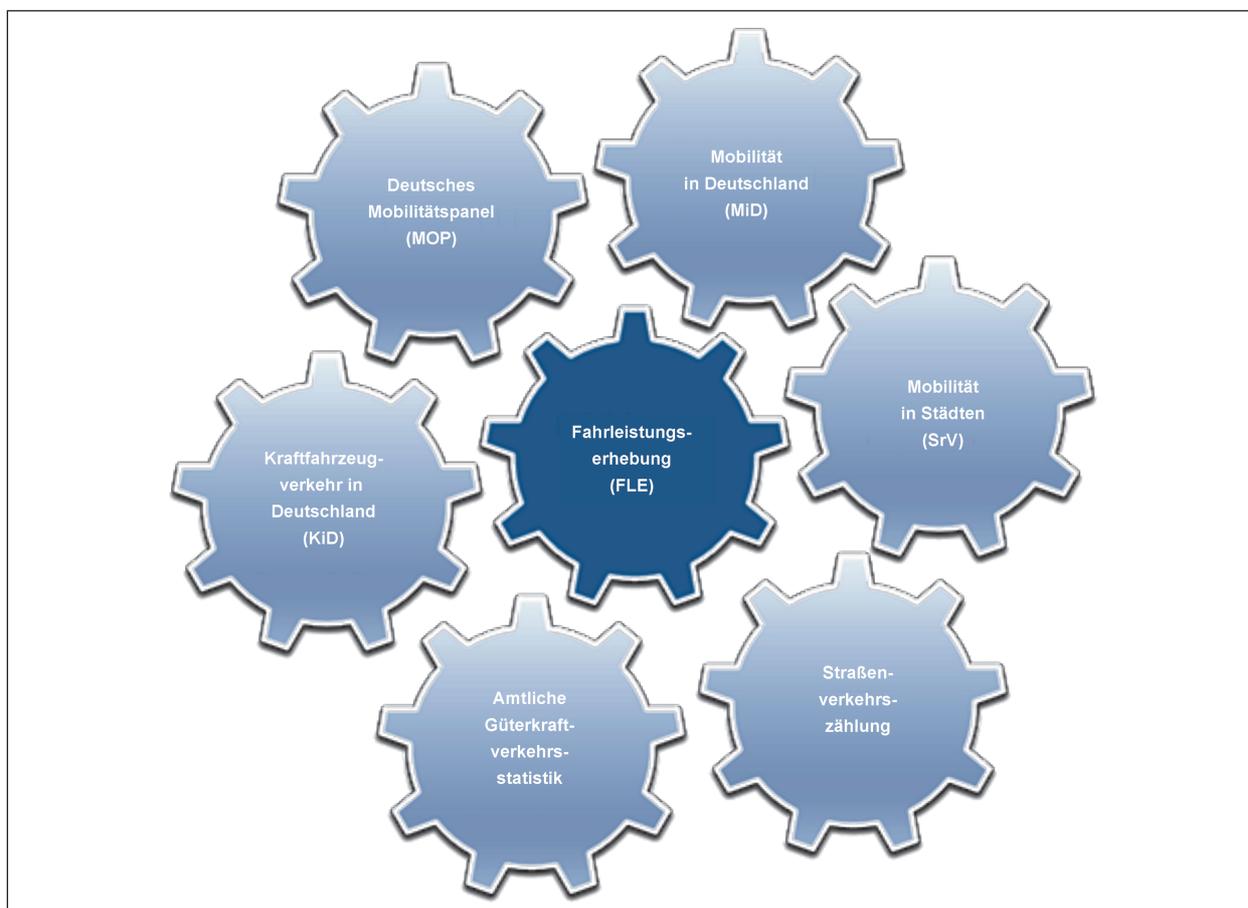


Bild 2: Repräsentative Verkehrserhebungen in Deutschland

- Amtliche Güterkraftverkehrsstatistik, eine Erhebung zum Güterverkehr der Lkw über 3,5 t Nutzlast und der Sattelzugmaschinen,
- Mobilität in Städten (SrV), eine Erhebung zur Ermittlung von Mobilitätskennwerten der städtischen Wohnbevölkerung.

Vor diesem Hintergrund wird aufgezeigt, welche Verknüpfungsmöglichkeiten es zwischen der Fahrleistungserhebung 2014 und ausgewählten auf Bundesebene durchgeführten Erhebungen gibt.

### 3.2.2 Verknüpfungsmöglichkeiten mit anderen Verkehrserhebungen

Im Verkehrsbereich wird eine Vielzahl von Erhebungen im Auftrag von unterschiedlichen Auftraggebern und mit entsprechend unterschiedlichen Zielsetzungen durchgeführt. Trotz aller Verschiedenheit gibt es dabei jedoch zumeist eine Schnittmenge von Erhebungsmerkmalen, die sich im Wesentlichen entsprechen und damit sogenannte „Scharnier“-Variablen darstellen.

So werden in der Halterbefragung der Fahrleistungserhebung 2014 etliche Merkmale empirisch erhoben (z. B. Geschlecht und Alter des Hauptnutzers eines Fahrzeugs) oder dem Datensatz zugespielt (ZFZR-Merkmale), welche die Möglichkeit bieten, die Daten nach denselben bzw. ähnlichen Merkmalen wie in anderen Verkehrserhebungen auszuwerten.

Im Folgenden wird eine Gegenüberstellung ausgewählter Merkmale der Fahrleistungserhebung zu anderen ebenfalls auf Bundesebene durchgeführten Erhebungen vorgenommen. Dies sind:

- Deutsches Mobilitätspanel (MOP),
- Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland 2010 (KiD 2010),
- Mobilität in Deutschland 2008 (MiD 2008),
- Mobilität in Deutschland 2016 (MiD 2016).

Zu berücksichtigen ist, dass die in Rede stehenden Erhebungen – anders als bei der FLE 2002, der MiD 2002 und der KiD 2002 – nicht alle zeitgleich durchgeführt wurden bzw. werden. Von den vier oben genannten Erhebungen lassen nur die Ergebnisse des Deutschen Mobilitätspanels aus dem Jahr 2014 einen unmittelbaren zeitlichen Vergleich mit der Fahrleistungserhebung 2014 zu.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Scharniermerkmale zur Verknüpfung der Fahrleistungserhebung mit den anderen deutschlandweit durchgeführten Verkehrserhebungen.

### Scharniermerkmale zum MOP

Das MOP ist eine seit 1994 jährlich im Herbst durchgeführte Panelbefragung, bei welcher das Mobilitätsverhalten von Personen über den Verlauf einer Woche erfasst wird. Grundgesamtheit des MOP sind die privaten Haushalte. Die MOP-Haushalte mit Pkw berichten zusätzlich jeweils im Frühjahr in der sog. Tankbuchehebung über einen Zeitraum von acht Wochen zu den Tankvorgängen und Fahrleistungen ihrer Fahrzeuge. Die zeitliche Übereinstimmung zwischen FLE 2014 und MOP 2014 ist verglichen mit den anderen Erhebungen am höchsten (Tabelle 2).

Verschiedene Variablen der FLE 2014 und des MOP 2014 sind deckungsgleich oder lassen sich ineinander überführen. Dabei werden die MOP-Variablen teilweise im Haushalts- oder Personenbogen oder Wegetagebuch im Herbst erfasst und teilweise in der Tankbuchehebung im Frühjahr erhoben. Zu beachten ist, dass die Fahrzeugmerkmale im MOP nicht aus dem ZFZR zugespielt werden, sondern auf den Angaben der Befragten beruhen.



Merkmale in der FLE 2014		Merkmale im MOP 2014	
<b>Merkmale privater Kraftfahrzeuge</b>			
Haushaltsgröße		Haushaltsgröße	
Führerscheinbesitz (Anzahl Personen in HH)		Führerscheinbesitz jeder Person	
Anzahl Nutzer Fahrzeug		Anzahl Personen im Haushalt, die den Pkw als Fahrer nutzen	
Hauptnutzer ja/nein		Hauptnutzer ja/nein	
Hauptnutzer Geschlecht			
Hauptnutzer Alter			
Hauptnutzer Erwerbstätigkeit			
Übereinstimmung von Fahrzeugstandort und Halteradresse			
überwiegende Verwendungsart des Fahrzeugs		private und/oder gewerbliche Nutzung des Fahrzeugs	
Anzahl Fahrzeuge im Haushalt (in Untergliederung)		Anzahl Fahrzeuge im Haushalt	
Auslandsfahrten			
Fahrleistung		Geschätzte Jahresfahrleistung; Fahrleistung im Tankbuch Berichtszeitraum (8 Wochen)	
<b>Merkmale gewerblicher Kraftfahrzeuge</b>			
Wirtschaftszweig / Branche (eigene Einordnung gemessen am Umsatz)			
Anzahl Nutzer Fahrzeug			
Hauptnutzer ja/nein			
Übereinstimmung von Fahrzeugstandort und Halteradresse			
überwiegende Einsatzart des Fahrzeugs			
Fuhrpark / Anzahl Fahrzeuge im Unternehmen (in Untergliederung)			
Auslandsfahrten			
KEP-Einsatz			
Taxi			
Fahrleistung			
<b>ZFZR-Merkmale (zugespielt)</b>		<b>Fzg.-Merkmale (aus Angaben der Befragten erzeugt)</b>	
Fahrzeugalter		Baujahr	
Saisonkennzeichen gültig von Monat (MM)			
Saisonkennzeichen gültig bis Monat (MM)			
Land-Schlüsselnummer der Statistischen Kennziffer (Wohnort)			
Halter Alter			
Geschlechts- bzw. Anrede Halter			
Beruf Halter (888 = nichtselbstständiger Fahrzeughalter)			
Grundfarbe			
Fahrzeugklasse			
Pkw-Segment		Pkw-Segment	
Art des Aufbaus			
Nationale Schadstoff-/Emissionsklasse			
Kraftstoffart / Energiequelle		Kraftstoffart / Energiequelle	
CO2 (in g/km)			
Höchstgeschwindigkeit in km/h			
Nennleistung in kW		Leistung in PS	
Hubraum in cm <sup>3</sup>		Hubraum in cm <sup>3</sup>	
Nutz- / Aufliegegest in kg (im ZFZR errechneter Wert)			
Leergewicht Mindestwert in kg			
Leergewicht Maximalwert in kg			
Anzahl der Achsen			
Technisch zulässige Gesamtmasse			

Tab. 2: Gegenüberstellung der Scharniermerkmale der FLE 2014 und des MOP 2014

### Scharniermerkmale zur MiD 2008/2016

Die MiD 2008/2016 unterscheidet sich von der Fahrleistungserhebung – und auch von der KiD 2010 – grundsätzlich dadurch, dass die privaten Haushalte die Grundgesamtheit darstellen. Es wird also nicht in Bezug auf ein bestimmtes Fahrzeug des Haushalts befragt, sondern es werden alle Wege der Haushaltsmitglieder an einem Stichtag, unabhängig vom benutzten Verkehrsmittel erfasst. Der Stichtagsbezug der Erhebung und das dabei erstellte Wegeprotokoll ist ein weiterer wichtiger Unterschied der MiD zur Fahrleistungserhebung. Dennoch lassen sich einige Merkmale dieser beiden Studien als identisch oder ineinander überführbar bezeichnen. So lassen sich beispielsweise Kennzahlen, wie die mittlere Fahrleistung je

Fahrzeug und Tag ermitteln und einander gegenüberstellen. Zu beachten ist, dass bei der MiD keine originären ZFZR-Fahrzeugmerkmale zugespielt, sondern die entsprechenden Merkmale aus den Angaben der Befragten gebildet werden. Tabelle 3 stellt die korrespondierenden Merkmale aus den genannten Erhebungen einander gegenüber.

### Scharniermerkmale zur KiD 2010

Die Auswahlgrundlage der KiD 2010 und der Halterbefragung ist im Wesentlichen dieselbe: In beiden Erhebungen werden aus dem Zentralen Fahrzeugregister Kraftfahrzeuge ausgewählt, um die jeweiligen fahrzeugbezogenen Befragungen durchführen zu können.

Merkmale in der FLE 2014	MiD 2008 / 2016
<b>Merkmale privater Kraftfahrzeuge</b>	
Haushaltsgröße	Haushaltsgröße
Führerscheinbesitz (Anzahl Personen in HH)	Führerscheinbesitz jeder Person (MiD 2016 : Führerscheinbesitz jeder Person und Anzahl Pkw-Führerscheinbesitzer im HH)
Anzahl Nutzer Fahrzeug	
Hauptnutzer ja/nein	Personen-Nr. des Hauptnutzers im HH (MiD 2016: entfällt)
Hauptnutzer Geschlecht	Hauptnutzer Geschlecht (MiD 2016: entfällt)
Hauptnutzer Alter	Hauptnutzer Alter (MiD 2016: entfällt)
Hauptnutzer Erwerbstätigkeit	Hauptnutzer Erwerbstätigkeit (MiD 2016: entfällt)
Übereinstimmung von Fahrzeugstandort und Halteradresse	üblicher Stellplatz des Fahrzeugs (MiD 2016: wird nur für einen Teil der Fahrzeuge abgefragt)
überwiegende Verwendungsart des Fahrzeugs	
Anzahl Fahrzeuge im Haushalt (in Untergliederung)	Anzahl Fahrzeuge im Haushalt (MiD 2016: mehr Untergliederungen als in der MiD 2008)
Auslandsfahrten	
Fahrleistung	Jahresfahrleistung
<b>Merkmale gewerblicher Kraftfahrzeuge</b>	
Wirtschaftszweig / Branche (eigene Einordnung gemessen am Umsatz)	
Anzahl Nutzer Fahrzeug	
Hauptnutzer ja/nein	
Übereinstimmung von Fahrzeugstandort und Halteradresse	
überwiegende Einsatzart des Fahrzeugs	
Fuhrpark / Anzahl Fahrzeuge im Unternehmen (in Untergliederung)	
Auslandsfahrten	
KEP-Einsatz	
Taxi	
Fahrleistung	
<b>ZFZR-Merkmale (zugespielt)</b>	
Fahrzeugalter	Baujahr
Saisonkennzeichen gültig von Monat (MM)	
Saisonkennzeichen gültig bis Monat (MM)	
Land-Schlüsselnummer der Statistischen Kennziffer (Wohnort)	
Halter Alter	
Geschlechts- bzw. Anrede Halter	
Beruf Halter (888 = nichtselbstständiger Fahrzeughalter)	
Grundfarbe	
Fahrzeugklasse	
Pkw-Segment	Pkw-Segment
Art des Aufbaus	
Nationale Schadstoff-/Emissionsklasse	
Kraftstoffart / Energiequelle	Kraftstoffart / Energiequelle
CO2 (in g/km)	
Höchstgeschwindigkeit in km/h	
Nennleistung in kW	Leistung in kW bzw. PS (MiD 2016: wird nur für einen Teil der Fahrzeuge abgefragt)
Hubraum in cm3	
Nutz- / Aufliegeast in kg (im ZFZR errechneter Wert)	
Leergewicht Mindestwert in kg	
Leergewicht Maximalwert in kg	
Anzahl der Achsen	
Technisch zulässige Gesamtmasse	

Tab. 3: Gegenüberstellung der Scharniermerkmale der FLE 2014 und der MiD 2008/2016

Wie bei der MiD werden bei der KiD 2010 Wegeprotokolle zu einem bestimmten Stichtag erstellt; erfasst werden dabei die von den zufällig ausgewählten Fahrzeugen am Stichtag durchgeführten Fahrten und ihre Merkmale. Die „Fahrleistung“ in der KiD 2010 ist dem Erhebungsdesign entsprechend als „Fahrleistung am Stichtag“ zu interpretieren.

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Scharniermerkmale zwischen der KiD 2010 und der Fahrleistungserhebung.

Merkmale in der FLE 2014	Merkmale in der KiD 2010
<b>Merkmale privater Kraftfahrzeuge</b>	
Haushaltsgröße	Haushaltsgröße
Führerscheinbesitz (Anzahl Personen in HH)	
Anzahl Nutzer Fahrzeug	
Hauptnutzer ja/nein	
Hauptnutzer Geschlecht	
Hauptnutzer Alter	
Hauptnutzer Erwerbstätigkeit	
Übereinstimmung von Fahrzeugstandort und Halteradresse	Übereinstimmung von Fahrzeugstandort und Halteradresse
überwiegende Verwendungsart des Fahrzeugs	
Anzahl Fahrzeuge im Haushalt (in Untergliederung)	Anzahl Fahrzeuge im Haushalt (in Untergliederung)
Auslandsfahrten	
Fahrleistung	Fahrleistung
<b>Merkmale gewerblicher Kraftfahrzeuge</b>	
Wirtschaftszweig / Branche (eigene Einordnung gemessen am Umsatz)	Wirtschaftszweig
Anzahl Nutzer Fahrzeug	
Hauptnutzer ja/nein	
Übereinstimmung von Fahrzeugstandort und Halteradresse	Übereinstimmung von Fahrzeugstandort und Halteradresse
überwiegende Einsatzart des Fahrzeugs	
Fuhrpark / Anzahl Fahrzeuge im Unternehmen (in Untergliederung)	Fuhrpark am Standort (in Untergliederung)
Auslandsfahrten	Einsatzgebiet Ausland
KEP-Einsatz	KEP-Einsatz
Taxi	
Fahrleistung	Fahrleistung
<b>ZFZR-Merkmale (zugespielt)</b>	
Fahrzeugalter	Fahrzeugalter
Saisonkennzeichen gültig von Monat (MM)	Saisonkennzeichen gültig von Monat (MM)
Saisonkennzeichen gültig bis Monat (MM)	Saisonkennzeichen gültig bis Monat (MM)
Land-Schlüsselnummer der Statistischen Kennziffer (Wohnort)	
Halter Alter	
Geschlechts- bzw. Anrede Halter	
Beruf Halter (888 = nichtselbstständiger Fahrzeughalter)	Berufsschlüssel (888 = Privatfahrzeug, 999 = keine Angabe)
Grundfarbe	Grundfarbe
Fahrzeugklasse	Fahrzeugklasse
Pkw-Segment	
Art des Aufbaus	Art des Aufbaus
Nationale Schadstoff-/Emissionsklasse	Emissionsschlüsselnummer EMIKL
Kraftstoffart / Energiequelle	Kraftstoffart / Energiequelle
CO <sub>2</sub> (in g/km)	CO <sub>2</sub> (in g/km)
Höchstgeschwindigkeit in km/h	Höchstgeschwindigkeit in km/h
Nennleistung in kW	Nennleistung in kW
Hubraum in cm <sup>3</sup>	Hubraum in cm <sup>3</sup>
Nutz- / Aufliegebelastung in kg (im ZFZR errechneter Wert)	Nutz- / Aufliegebelastung in kg (im ZFZR errechneter Wert)
Leergewicht Mindestwert in kg	Leergewicht Mindestwert in kg
Leergewicht Maximalwert in kg	Leergewicht Maximalwert in kg
Anzahl der Achsen	Anzahl der Achsen
Technisch zulässige Gesamtmasse	zulässige Gesamtmasse

Tab. 4: Gegenüberstellung der Scharniermerkmale der FLE 2014 und der KiD 2010

### 3.3 Auswahlverfahren

#### 3.3.1 Statistische Beschreibung der Grundgesamtheit

Das Ziel der Halterbefragung ist die Schätzung der Inländerfahrleistung 2014. Die Grundgesamtheit der Halterbefragung besteht demnach aus den Kraftfahrzeugen, die in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2014 an mindestens 1 Tag mit amtlichem Kennzeichen oder Versicherungskennzeichen angemeldet sind.

Zur statistischen Beschreibung der Grundgesamtheit werden folgende Symbole eingeführt:

$N^*$  Umfang der Grundgesamtheit, d. h. Gesamtzahl der Kfz, mit Anmeldezeiten im Jahr 2014

$x_i$  Anmeldedauer des  $i$ -ten Fahrzeugs der Grundgesamtheit im Jahr 2014 in Tagen ( $i = 1, \dots, N^*$ )

$y_i$  Fahrleistung des  $i$ -ten Fahrzeugs der Grundgesamtheit im Jahr 2014 in km ( $i = 1, \dots, N^*$ )

Für die Merkmale  $x_i$  und  $y_i$  der zur Grundgesamtheit gehörenden Fahrzeuge gilt  $1 \leq x_i \leq 365$  und  $y_i \geq 0$ .

Gegenstand des Interesses sind statistische Kennzahlen der Verteilung des Merkmals „Fahrleistung“

im Jahr 2014“ (kurz Fahrleistung 2014) in der oben definierten Grundgesamtheit von Fahrzeugen. Um zu entsprechenden Fahrleistungskennzahlen zu kommen, werden folgende Summen betrachtet:

$$Y = \sum_{i=1}^{N^*} y_i \quad \text{Gesamtfahrleistung 2014 der zur Grundgesamtheit gehörenden Fahrzeuge (in km)}$$

$$X = \sum_{i=1}^{N^*} x_i \quad \text{Gesamtanmeldedauer 2014 der zur Grundgesamtheit gehörenden Fahrzeuge (in Tagen), auch Gesamtzahl der Fahrzeuganmeldetage genannt}$$

Die Gesamtfahrleistung  $Y$  welche der Inländerfahrleistung 2014 entspricht, ist die Grundgesamtheitskennzahl, um deren Schätzung es im vorliegenden Kontext hauptsächlich geht. Daneben sind aber auch bestimmte Mittelwerte bzw. Verhältniszahlen von Interesse.

Das arithmetische Mittel des Merkmals Fahrleistung 2014 in der Grundgesamtheit der Fahrzeuge<sup>1</sup> ist durch

$$\bar{Y} = \frac{Y}{N^*} \quad (1)$$

gegeben. Da die Gesamtzahl  $N^*$  der Kfz mit Anmeldezeiten in einem bestimmten Kalenderjahr eine in der amtlichen Verkehrsstatistik absolut ungebrauchliche Kennzahl ist, wird – entgegen der üblichen statistischen Praxis – das arithmetische Mittel (1) bei der Ergebnisdarstellung nicht verwendet. Stattdessen wird die Gesamtfahrleistung  $Y$  zu gebräuchlicheren Bezugsgrößen ins Verhältnis gesetzt.

Mit dem Ziel der Bildung von Verhältniszahlen kann der Fahrleistungstotalwert  $Y$  auf verschiedene Größen bezogen werden. Eine nahe liegende Verhältniszahl ist die durch

$$R = \frac{Y}{X} \quad (2)$$

gegebene Fahrleistung pro Fahrzeuganmeldetag. Wie noch gezeigt wird, spielt diese Verhältniszahl bei der Hochrechnung von Fahrzeugfahrleistungen eine wichtige Rolle.

Wenn man mit  $N(t)$  die Zahl der am Tag  $t$  angemeldeten Fahrzeuge bezeichnet, so ist

$$\bar{N} = \frac{1}{365} \sum_{t=1}^{365} N(t) \quad (3)$$

der jahresdurchschnittliche Bestand angemeldeter Fahrzeuge oder kurz der mittlere Kfz-Anmeldebestand (Durchschnitt über die Tage des Jahres). Der zahlenmäßigen Bestimmung von  $\bar{N}$  sind allerdings insoweit Grenzen gesetzt, als die tagesspezifischen Kfz-Anmeldebestände  $N(t)$  nur für einige wenige Tage des Jahres bekannt sind (ZFRF-Auszählung) und  $\bar{N}$  mithin nur näherungsweise bestimmt werden kann.

Da  $365 \cdot \bar{N}$  gleich der Gesamtzahl aller Fahrzeuganmeldetage im Untersuchungsjahr ist (d. h.  $X = 365 \bar{N}$ ), kann die Fahrleistung pro Fahrzeuganmeldetag auch in der Form

$$R = \frac{Y}{365 \bar{N}} \quad (4)$$

dargestellt werden.

Soweit es um die Darstellung von Hochrechnungsergebnissen zur Inländerfahrleistung mithilfe von Verhältniszahlen geht, ist – wie bereits ausgeführt – die durch

$$\frac{Y}{\bar{N}} = 365 \cdot R \quad (5)$$

gegebene Gesamtfahrleistung bezogen auf den mittleren Kfz-Anmeldebestand die aus konzeptioneller Sicht aussagekräftigste Kennzahl (Verursachungszahl).

Ersetzt man in Gleichung (5) den mittleren Kfz-Anmeldebestand  $\bar{N}$  durch den Anmeldebestand  $N_{t_0}$  für einen bestimmten Stichtag  $t = t_0$  innerhalb des Kalenderjahres 2014, so kommt man zu einer Fahrleistungskennzahl des Typs

$$\frac{Y}{N_{t_0}} \quad (6)$$

Als Stichtag  $t_0$  kommt insbesondere die Jahresmitte (30.06.) in Betracht. Eine Rolle spielt die Gesamtfahrleistung bezogen auf den Kfz-Anmeldebestand zur Jahresmitte aber lediglich im Hinblick auf Vergleiche der aktuellen Ergebnisse mit denjenigen der Fahrleistungserhebungen 1990, 1993 und 2002.

Es versteht sich, dass im Rahmen der Ergebnisdokumentation die Fahrleistungskennzahlen

$$Y \quad \text{und} \quad \frac{Y}{\bar{N}} \quad (7)$$

<sup>1</sup> Fahrzeuge mit mindestens einem Anmeldetag im Jahr 2014.

nicht nur für die Gesamtheit aller Fahrzeuge, sondern auch für Teilgesamtheiten von Fahrzeugen darzustellen sind. Zur Abgrenzung dieser Teilgruppen werden neben fahrzeugtechnischen und fahrzeughalterbezogenen Merkmalen auch Merkmale verwendet, welche die übliche oder überwiegende Einsatz- bzw. Verwendungsart des Fahrzeugs charakterisieren.

### 3.3.2 Auswahlgrundlage

Hauptziel der Halterbefragung ist die Ermittlung der Gesamtfahrleistung der in Deutschland zugelassenen Fahrzeuge im Jahr 2014. Da es in Form des Zentralen Fahrzeugregisters (ZFZR) ein Verzeichnis der für den Verkehr zugelassenen Kraftfahrzeuge mit amtlichem Kennzeichen oder Versicherungskennzeichen gibt, liegt es nahe, dieses Register bei jeder der insgesamt 6 Wellen der stichprobenartigen Halterbefragung als Auswahlgrundlage zu verwenden. Aus technischen, rechtlichen, organisatorischen und methodischen Gründen stellen allerdings nicht alle im ZFZR registrierten Kraftfahrzeuge auch Auswahlseinheiten der Halterbefragung dar (Hinweis: Kfz der Bundeswehr sind nicht im ZFZR registriert und auch nicht Gegenstand der Halterbefragung).

Folgende im ZFZR erfasste Fahrzeugkategorien gehören nicht zur Auswahlgesamtheit<sup>2</sup> der Halterbefragung:

- außerbetriebgesetzte Fahrzeuge,
- Kfz mit Auskunftsperre,
- Kfz mit Ausfuhrkennzeichen, roten Kennzeichen, roten Versicherungskennzeichen,
- land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen,
- Sonstige Zugmaschinen mit Erstzulassungsdatum vor 05/1972,
- Anhänger jeglicher Art.

Fahrzeuge der genannten Kategorien besitzen, da nicht zur angestrebten Grundgesamtheit gehörend, weder eine Auswahlchance bei Stichprobenziehung, noch werden sie bei der Hochrechnung berücksichtigt.

Daneben gibt es Fahrzeuge, die zur angestrebten Grundgesamtheit gehören, von der Stichprobenziehung aber gleichwohl ausgeschlossen<sup>3</sup> sind:

- Fahrzeuge, die bereits in vorangegangenen Wellen der Halterbefragung 2014 in die Stichprobe gelangt waren,

- Fahrzeuge, die bereits in den letzten 13 Monaten für die Güterkraftverkehrsstatistik gezogen wurden,
- Fahrzeuge, bei denen im ZFZR Angaben zur Person/Adresse des Halters oder zum Kfz-Kennzeichen fehlen,
- beschussgeschützte Fahrzeuge,
- Fahrzeuge von Haltern, die eine Teilnahme verweigern.

Fahrzeuge der letztgenannten Gruppen besitzen keine Auswahlchance und sind demgemäß auch nicht in der Stichprobe vertreten. Bei der Hochrechnung werden die Gruppen aber im Hochrechnungsrahmen berücksichtigt; dies ist gleichbedeutend mit der Annahme, dass ihre Fahrleistung dem Durchschnitt aller Fahrzeuge der betreffenden Schicht<sup>4</sup> entspricht.

Ein entscheidender Vorzug der Stichprobenauswahl aus dem ZFZR liegt darin, dass Merkmale, die im Rahmen der Befragung erhoben werden, gemeinsam mit Fahrzeug- und Haltermerkmalen aus dem ZFZR ausgewertet werden können. Allerdings können nicht immer die interessierenden Registermerkmale in ihrer Originalcodierung verwendet werden. Dies gilt z. B. für Merkmale, die eine sehr große Zahl unterschiedlicher Ausprägungen besitzen. In diesem Fall sind zusätzliche Vorbereitungsarbeiten im Vorfeld der Hochrechnungen und Datenanalysen notwendig. Aus Sicht der Verkehrssicherheitsforschung ist in diesem Zusammenhang eine Aufgliederung der Fahrleistung nach dem Fahrzeugtyp (gemäß KBA-Typschlüssel) sowie nach Fahrzeugsegmenten von besonderem Interesse.

Das ZFZR ist nicht nur als Auswahlgrundlage für die Stichprobenziehung, sondern auch bei der Ermittlung der für Hochrechnungszwecke (Hilfsmerkmal bei der Verhältnisschätzung) benötigten

<sup>2</sup> Die hier aufgelisteten Teilgruppen von Fahrzeugen fehlen in der Auswahlgesamtheit, da sie nicht zur „angestrebten“ Grundgesamtheit der Halterbefragung gehören.

<sup>3</sup> Die Ausschlussgründe sind unterschiedlicher Natur. So soll z. B. eine übermäßige Beanspruchung der Halter von Güterkraftfahrzeugen durch statistische Erhebungen vermieden werden.

<sup>4</sup> Die Auswahlgesamtheit ist in Schichten gegliedert. Fahrzeuge ohne Auswahlchance sind entsprechend ihrer Fahrzeugart, Haltergruppe usw. eindeutig einer Schicht zugeordnet.

Gesamtzahl der Anmeldetage von Fahrzeugen im Untersuchungsjahr 2014 von Bedeutung. Es versteht sich, dass die jährliche Gesamtzahl der Fahrzeuganmeldetage umso genauer bestimmt werden kann, je häufiger der ZFZR-Bestand im Jahresverlauf ausgezählt wird. Im Vergleich zur Fahrleistungserhebung 2002, wo das Kraffahrt-Bundesamt nur viermal pro Jahr eine „Bestandssicherung“ des ZFZR<sup>5</sup> durchgeführt hatte, stellte sich die die Situation bei der Halterbefragung 2014 deutlich günstiger dar.

Insgesamt wurden für die Halterbefragung 2014 vom KBA 10 Bestandsabzüge durchgeführt, erstmals am 15.09.2013 und letztmalig am 07.03.2015. Dazwischen liegen die Bestandsziehungen im Vorfeld jeder der 6 Erhebungswellen sowie zusätzliche Bestandsabzüge zur Jahresmitte 2014 am 28.06.2014 und zur Mitte der letzten Erhebungswelle.

#### **Anmerkung 1**

Anders als im Jahr 2002 können zwei verschiedene Fahrzeuge jetzt ein „Wechselkennzeichen“ erhalten. Dieses ist in Deutschland aber gleichwohl fahrzeugspezifisch. Die Fahrzeuge unterscheiden sich bezüglich des Kennzeichens in der letzten Ziffer, dem sogenannten festen oder fahrzeugbezogenen Teil des Wechselkennzeichens.<sup>6</sup> Zum Zeitpunkt der Stichprobenplanung waren bundesweit ca. 1.400 Fahrzeuge mit Wechselkennzeichen registriert.

Für die Fahrleistungserhebung 2014 bedeutet dies, dass es im Zusammenhang mit Wechselkennzeichen kein Problem bei der Ziehung der Fahrzeugstichprobe aus dem ZFZR gibt, da jedes Kfz sein „eigenes“ Kennzeichen hat. Allenfalls müsste dem Halter auf dem Fragebogen durch besondere Hinweise klargemacht werden, für welches der beiden Fahrzeuge die Angaben zu machen seien. Wegen der zum Erhebungszeitpunkt geringen Anzahl von Wechselkennzeichen erschien Letzteres aber entbehrlich.

<sup>5</sup> Die Fahrzeugstichprobe kann aus datentechnischen Gründen nicht direkt aus dem Fahrzeugregister gezogen werden. Vielmehr muss dieses Register für Zwecke der Stichprobenziehung und Bestandsauszählung differenziert nach Schichten speziell aufbereitet werden (Bestandssicherung).

<sup>6</sup> Beispiel: Kennzeichen Fahrzeug 1 „G – SV 992“; Kennzeichen Fahrzeug 2 „G – SV 995“. Wechselteil: „G – SV 99“; fester Teil des Wechselkennzeichens „2“ bzw. „5“.

<sup>7</sup> Der Erhebungszeitraum beginnt mit dem Tag der ersten und endet mit dem Tag der zweiten Tachostandsablesung.

#### **Anmerkung 2**

Bei der Halterbefragung 2014 werden Fahrzeuge mit Saisonkennzeichen im Auswahlverfahren wie „normale“ Kfz behandelt. Mit dem Ziel der Einsparung von Porto- und Druckkosten wurden bei der Halterbefragung 2002 Kfz mit Saisonkennzeichen dann von der Ziehung ausgeschlossen, wenn man bei der Stichprobenziehung absehen konnte, dass das Fahrzeug für den gesamten wellenspezifischen Erhebungszeitraum nicht zum Fahren auf öffentlichen Straßen und Plätzen berechtigt ist (bei der Hochrechnung wurden diese Fahrzeuge mit der Fahrleistung null im Berichtszeitraum berücksichtigt). Da den Einsparungen im Sachkostenbereich erhöhte Personalkosten im Bereich Datenaufbereitung und Hochrechnung gegenüberstanden (wegen höherer Komplexität des statistischen Berechnungsverfahrens), wurde 2014 auf eine Sonderbehandlung von Kfz mit Saisonkennzeichen verzichtet.

#### **3.3.3 Veränderungen in der Zusammensetzung des Fahrzeugbestands als methodisches Problem**

Für jede Erhebungswelle der Halterbefragung muss die Auswahlgrundlage aus technisch-organisatorischen Gründen einige Tage vor dem Stichtag der ersten Tachostandsablesung bereitstehen (notwendiger zeitlicher Vorlauf für Stichprobenziehung, Erstellung und Versand der Erhebungsunterlagen). Die Auswahlgrundlage umfasst somit die Gesamtheit derjenigen Fahrzeuge, welche am Tag der Bestandssicherung im Vorfeld der betreffenden Erhebungswelle mit dem Status „angemeldet“ im ZFZR erfasst sind.

Es liegt auf der Hand, dass diese Auswahlgesamtheit nicht identisch ist mit der Gesamtheit der Fahrzeuge, welche im 70-tägigen Erhebungszeitraum<sup>7</sup> der Welle Fahrleistungen erbringen und so zur Gesamtfahrleistung im fraglichen Zeitraum beitragen. Ursächlich für die Nichtübereinstimmung ist die Bestandsdynamik, d. h. die laufende Veränderung des Bestands der angemeldeten Fahrzeuge durch Zugänge und Abgänge im Zeitraum zwischen Bestandssicherung und erster bzw. zweiter Tachostandsablesung.

Die Bestandssicherung liefert eine Momentaufnahme des dynamischen Anmeldebestands für einen dem Erhebungszeitraum vorgelagerten Zeitpunkt. Über die nach diesem Zeitpunkt stattfindenden

den Veränderungen in der Zusammensetzung des Fahrzeugbestands kann der Auswahlrahmen naturgemäß keine Auskunft geben. Solche im Auswahlrahmen nicht erfassten Veränderungen hinsichtlich der Existenz der Einheiten der Grundgesamtheit<sup>8</sup> stellen ein allgemeines, wenngleich nicht immer angemessen behandeltes Problem bei Erhebungen dar (vgl. KRUG et al., 1999, S. 166-169).

In der Auswahlgrundlage, welche bekanntermaßen nur die zum Zeitpunkt der Bestandssicherung angemeldeten Fahrzeuge umfasst, sind folgende Fahrzeuge nicht enthalten, obwohl sie dafür infrage kommen, Fahrleistungen im Erhebungszeitraum der Welle zu erbringen:

- Fahrzeuge mit Erstzulassungsdatum zwischen dem Tag der Bestandssicherung und dem Ende des Erhebungszeitraums (Neuzulassungen),
- vorübergehend abgemeldete Fahrzeuge, die zwischen dem Tag der Bestandssicherung und dem Ende des Erhebungszeitraums wieder angemeldet werden (Wiederzulassungen).

Umgekehrt gibt es aber auch Fahrzeuge, die in der Auswahlgrundlage enthalten sind, obwohl sie auf jeden Fall keinen Beitrag zur Gesamtfahrleistung im Erhebungszeitraum der Welle liefern:

- Fahrzeuge, die zwischen dem Tag der Bestandssicherung und dem Beginn des Erhebungszeitraums endgültig außer Betrieb gesetzt werden (endgültige Außerbetriebsetzungen),
- Fahrzeuge, die zwischen dem Tag der Bestandssicherung und dem Beginn des Erhebungszeitraums außer Betrieb gesetzt und erst nach dem Ende des Erhebungszeitraums wieder angemeldet werden (vorübergehende Außerbetriebsetzungen).

Im Vergleich zu den aus methodischer Sicht problematischeren Zugängen (Neu- und Wiederzulassungen), stellen die Abgänge (Außerbetriebsetzungen) ein weniger gravierendes Problem dar. Da die letztgenannten Einheiten eine Auswahlchance besitzen, kann die Tatsache ihres Ausscheidens aus der Grundgesamtheit bei der Stichprobenerhebung erfasst werden.

Zu erwähnen sind an dieser Stelle noch die zum Zeitpunkt der Bestandssicherung angemeldeten

Fahrzeuge, die im Erhebungszeitraum endgültig außer Betrieb gesetzt oder nach einer vorübergehenden Außerbetriebsetzung wieder angemeldet werden. Fahrzeuge dieser Kategorie gehören zur angestrebten Grundgesamtheit, da sie für Fahrleistungen im Erhebungszeitraum in Betracht kommen. Da die in Rede stehenden Fahrzeuge in der Auswahlgrundlage enthalten sind und mithin eine Chance haben, in die Stichprobe zu gelangen, kann grundsätzlich die auf sie entfallende Gesamtfahrleistung statistisch geschätzt werden. Erhebungstechnisch problematisch sind hierbei allerdings diejenigen Wiederzulassungen, die mit einem Halterwechsel verbunden sind, da eine Weiterverfolgung der Nutzung des Fahrzeugs beim neuen Halter aus Aufwands- und Datenschutzgründen nicht in Betracht kommt.

Eine perfekte Auswahlgrundlage für die Halterbefragung, in der wirklich alle zur angestrebten Grundgesamtheit gehörenden Fahrzeuge – und nur diese – verzeichnet sind, ließe sich natürlich erst nach Ende des Erhebungszeitraums erstellen. Durch eine Sonderauswertung des ZFZR könnte man dann nämlich diejenigen Fahrzeuge identifizieren, die im Erhebungszeitraum der betreffenden Welle angemeldet waren (mindestens ein Anmelde-tag) und insoweit dafür infrage gekommen sind, erhebungsrelevante Fahrleistungen zu erbringen. Ob und in welcher Höhe tatsächlich Fahrleistungen erbracht wurden, könnte für eine Stichprobe von Fahrzeugen empirisch erhoben werden. Allerdings wäre dies nur auf dem Weg einer retrospektiven Befragung der Fahrzeughalter möglich.

Für eine prospektive Fahrleistungserhebung der hier vorliegenden Art mit Tachostandsablesung an zwei vorgegebenen Stichtagen kann es wegen der laufenden Veränderungen in der Zusammensetzung des Fahrzeugbestands eine perfekte Auswahlgrundlage prinzipiell nicht geben. Wie die Non-coverage-Untersuchungen (vgl. Kapitel 3.6) zeigen, ist die auf dem ZFZR basierende Auswahlgrundlage der Halterbefragung 2014 eine hervorragende Basis für die Stichprobenziehung, zu der es keine ernst zu nehmenden Alternativen gibt.

### 3.3.4 Fahrzeuge mit alternativem Antrieb als Teil der Grundgesamtheit

Das Zielkonzept für die zu ermittelnden Fahrleistungskennzahlen (Merkmalskatalog) wurde unter Berücksichtigung der Ergebnisse der im Rahmen der Methodenstudie durchgeführten Nutzerbefra-

<sup>8</sup> Entstehung neuer und Verschwinden vorhandener Einheiten

gung und in Abstimmung mit dem forschungsbeleitenden Ausschuss erstellt. Dabei wurden im Katalog der Erhebungstatbestände der FLE 2002 keine „überflüssigen“ Merkmale identifiziert. Als Veränderungsbedarf ergaben sich aus den Nutzeranforderungen aber folgende, in der Halterbefragung 2014 neu zu berücksichtigende Punkte:

- Gliederung der Fahrzeuge mit Versicherungskennzeichen nach Fahrzeugklassen: Aufgrund der 2005 vollzogenen Harmonisierung und damit Umstellung auf die EG-Fahrzeugklassen wird auch nur noch nach diesen Klassen unterschieden,
- Berücksichtigung alternativer Kraftstoffarten bzw. Energiequellen: Flüssiggas, Erdgas, Elektro, Hybrid, sonstige alternative Antriebe.

Dabei wird die in Tabelle 5 dargestellte Zuordnung verwendet.

Da in den Veröffentlichungen des KBA vorrangig die Unterteilung nach

- Benzin,
- Diesel,
- Flüssiggas (einschl. bivalent),
- Erdgas (einschl. bivalent),
- Elektro,
- Hybrid,
- Sonstige,

gewählt wird, wird diese auch für die Schichtenbildung der Halterbefragung 2014 herangezogen. Bei zukünftigen Fahrleistungserhebungen ist dann ggf. zu beachten, dass bestimmte Antriebsarten an Bedeutung gewinnen können und daher ggf. weiter differenziert werden müssen (z. B. Plug-in-Hybrid).

Definition – Klartext	Bedingung – Schlüssel-Nr. der Kraftstoffart/Energiequelle	Kategorie
<b>Benzin/Ethanol</b>	K14, K15	K1
Benzin	0001 (01, 04, 05, 08, 09, 21, 41, 45, 48, 51, 55, 58)	K14
Benzin/Ethanol	0023	K15
<b>Diesel</b>	0002 (02, 03, 14, 15, 22)	K2
<b>Vielstoff</b>	0003 (06, 10)	K3
<b>Elektro (Strom)</b>	0004 (07)	K4
<b>Flüssiggas/Erdgas</b>	K51, K52	K5
Flüssiggas	0005 (11, 32, 44, 54)	K51
Erdgas	0009 (12)	K52
<b>Bivalenter Betrieb</b> (Bivalent = ein Motor, zwei verschied. Kraftstoffe)	K61-K65	K6
Benzin oder Flüssiggas	0006 (28, 29, 30, 31)	K61
Benzin oder kompr. Erdgas	0007 (13, 19, 43, 53)	K62
Wasserstoff oder Benzin	0013	K63
Wasserstoffe oder Benzin kombiniert mit Elektro	0014	K64
Benzin oder Methan	0021	K65
<b>Hybridantrieb</b> (kombinierter Binärantrieb = zwei Motoren; versch. Kraftstoffe)	K71-K77	K7
Benzin und Elektro	0008 (23, 24, 25, 26), 0025	K71
Diesel und Elektro	0010 (16, 17, 18, 27), 0026	K72
Wasserstoff und Elektro	0012, 0028	K73
Vielstoff und Elektro	0019, 0029	K74
Erdgas und Elektro	0022, 0030	K75
Flüssiggas und Elektro	0024, 0027	K76
Wasserstoff oder Benzin und Elektro	0031	K77
Plug-in-Hybrid	0025, 0026, 0027, 0028, 0029, 0030, 0031	K78

Tab. 5: Amtliche Kategorien der Kraftstoff- und Energiequelle (Quelle: KBA)

Definition – Klartext	Bedingung – Schlüssel-Nr. der Kraftstoffart/Energiequelle	Kategorie
<b>Brennstoffzelle</b>	K81-K84	K8
Brennstoffzelle mit Primärenergie Wasserstoff	0015	K81
Brennstoffzelle mit Primärenergie Benzin	0016	K82
Brennstoffzelle mit Primärenergie Methanol	0017	K83
Brennstoffzelle mit Primärenergie Ethanol	0018	K84
<b>Sonstige Kraftstoffart</b>	K91-K94	K9
Wasserstoff	0011	K91
Methan	0020	K92
Andere (einschl. unplausibel)	9999	K93
Unbekannt	0000	K94
Flüssiggas (einschl. bivalent)	K51, K61	K10
Erdgas (einschl. bivalent)	K52, K62	K11
Sonstige Kraftstoffart	K3, K8, K9, K63-K65	K12
Gas insgesamt	K10, K11	K13

Tab. 5: Fortsetzung

### 3.3.5 Grundzüge des Stichprobenverfahrens

Die Halterbefragung 2014 orientiert sich ganz allgemein am bewährten Design der drei Vorläuferprojekte und ist aus Gründen der Vergleichbarkeit als Replikation der Fahrleistungserhebung 2002 angelegt (vgl. HAUTZINGER et al., 2005, S. 16-26). Dies bedeutet insbesondere, dass die Gesamtstichprobe der Fahrzeuge wieder in sechs Wellen zerlegt wird, die das Erhebungsjahr 2014 vollständig abdecken. Wie in den Vorgängererhebungen werden die Fahrleistungsdaten für die in die Stichprobe gelangten Fahrzeuge in der Weise gewonnen, dass die betreffenden Fahrzeughalter zum Tachostand des Fahrzeugs zu zwei aufeinanderfolgenden Zeitpunkten befragt werden.

Für jede Welle der Halterbefragung wird eine Stichprobe von Fahrzeugen aus dem Zentralen Fahrzeugregister (ZFZR) gezogen. Dabei handelt es sich um eine geschichtete Zufallsauswahl. Innerhalb jeder Schicht erfolgt die Ziehung nach dem Verfahren der systematischen Auswahl mit Zufallsstart, was bei zufällig geordneten Gesamtheiten ein gleichwertiger Ersatz für die einfache Zufallsauswahl ist und technisch einfacher realisiert werden kann (KRUG et al. 1999, S. 92 ff.). Der Tag der Stichprobenziehung liegt aus organisatorischen Gründen zeitlich jeweils ca. 11 Tage vor dem Stichtag für die erste Tachostandsableitung.

### 3.3.6 Zeitliche Verteilung der Stichprobe

Sieht man von Erinnerungsaktionen zunächst einmal ab, so lässt sich das zeitliche Grundmuster der Halterbefragung 2014 darstellen (s. Bild 3).

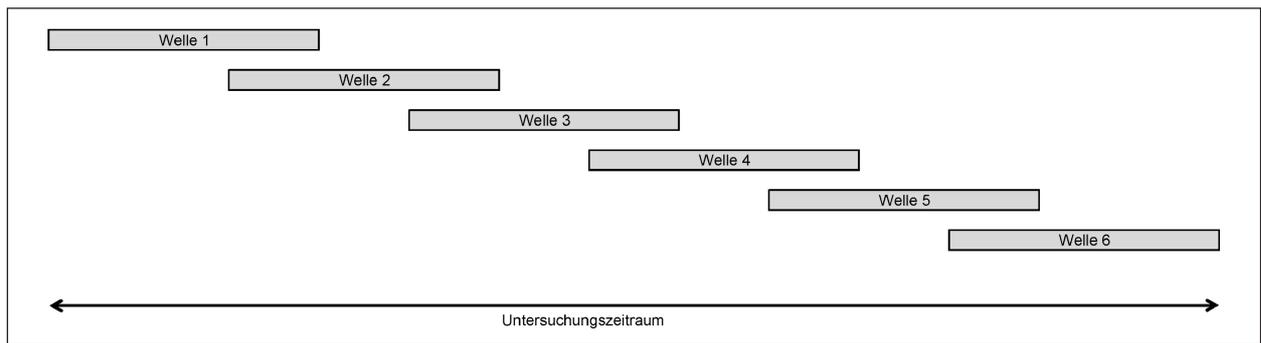
Der Erhebungszeitraum pro Welle hat eine Länge von zehn Wochen. Stichtag für die Anfangsbefragung der Welle 1 ist der 07.12.2013, Stichtag für die Schlussbefragung der sechsten Welle ist der 27.12.2014 (vgl. Kapitel 3.4.2).

Für jede Welle können je nach Antwortverhalten verschiedene Kombinationen bezüglich der kalendarischen Lage der beiden Stichtage für die Ableitung des Tachostands auftreten, wie Bild 4 zeigt. Durch die im Stichprobenplan vorgesehene zeitliche Überlappung von Wellen wird ein Zusammenreffen des Versands von Erhebungsunterlagen für zwei aufeinanderfolgende Wellen (Schlussbefragung von Welle  $k$  und Anfangsbefragung von Welle  $k+1$ ) vermieden.

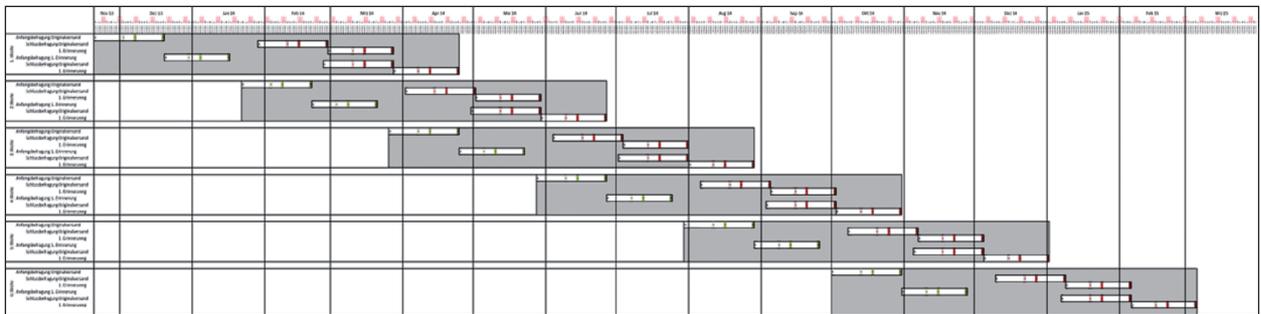
Die Ziehung der pro Welle zu befragenden Fahrzeughalter erfolgte aus den jeweils vor jeder Welle im KBA durchgeführten Datensicherungen des ZFZR-Bestandes.

### 3.3.7 Schichtungskonzept

Zur Steigerung der Präzision der Stichprobenergebnisse wurde wie bei den Vorgängererhebungen eine Schichtung der Auswahleinheiten (Fahrzeuge)



**Bild 3:** Wellenstruktur der Halterbefragung



**Bild 4:** Interne Struktur der Erhebungswellen

vor der Auswahl vorgenommen. Das Schichtungskonzept orientiert sich an zwei gleichrangigen Prinzipien (vgl. KRUG et al., 1999, S. 99-100):

- Schichtung zur Reduzierung des Stichprobenfehlers der Fahrleistungsschätzung (Schichtung der Auswahlgesamtheit nach Merkmalen, welche mit der Fahrleistung je Anmeldetag eng korreliert sind),
- Schichtung zur Reduzierung des sog. Untergruppeneffekts (Schichtung nach Merkmalen, nach denen die hochgerechnete Gesamtfahrleistung bei der Ergebnisdarstellung gegliedert wird).

Im Rahmen eines hierarchischen Systems von Schichtungsmerkmalen werden auf der obersten Ebene wie bei der Fahrleistungserhebung 2002 die folgenden 10 Fahrzeuggruppen unterschieden:

- Krafträder,
- Pkw privater Halter,
- Pkw gewerblicher Halter,
- Lkw gewerblicher Halter,
- Lkw privater Halter,
- Sattelzugmaschinen,
- sonstige Zugmaschinen,

- Kraftomnibusse,
- sonstige Kraftfahrzeuge und
- Kraftfahrzeuge mit Versicherungskennzeichen.

Die weitere Unterteilung der genannten Fahrzeuggruppen wurde anhand der Merkmale

- Fahrzeugart,
- Alter des Fahrzeugs bzw. Halters,
- Wirtschaftszweig des Halters,
- Fahrzeuggröße (Motorleistung bzw. Gesamtmasse des Fahrzeugs),
- Antriebsart und
- Haltergruppe (privat bzw. unbekannt)/Anzahl Sitzplätze (nur bei Kraftomnibussen)

in Tabelle 6 vorgenommen.

Innerhalb der 10 Fahrzeuggruppen werden, wie man in Tabelle 6 sehen kann, entsprechend der gruppenspezifischen Besonderheiten unterschiedliche Fahrzeug- bzw. Haltermerkmale zur tieferen Untergliederung verwendet. Insgesamt entstehen auf diese Weise 151 Schichten von Fahrzeugen. Die oben dargestellte Schichtengliederung gilt für alle 6 Wellen der Halterbefragung.

Fz-Gruppe <sup>1)</sup>	Fz-Art <sup>2)</sup>	Alter des Fz oder Halters <sup>3)</sup>	Wirtschaftszweig <sup>4)</sup>	Fz-Größe (Leistung/Gesamtmasse) <sup>3)</sup>	Antrieb <sup>5)</sup>	Haltergruppe (HG)/ Anzahl der Ausprägungen	
Ausprägungen	Ausprägungen	Ausprägungen	Ausprägungen	Ausprägungen	Ausprägungen	Ausprägungen	
Krafträder mit amtlichen Kennzeichen	Leichtkrafträder	bis unter 6 Jahre			Elektro Antrieb <-> Elektro		
		6 Jahre und älter					
		Motorräder/-roller	bis unter 6 Jahre				bis unter 38 kW
			6 Jahre und älter				38 kW und mehr bis unter 38 kW 38 kW und mehr
Pkw privater Halter (incl. unbekannte Haltergruppe)	Normalaufbau (= Pkw ohne Wohnmobile)	bis unter 3 Jahre			Flüssiggas Erdgas Elektro Hybrid Sonstige Benzin Diesel	private HG	
		3 Jahre und älter					
		bis unter 3 Jahre					bis unter 56 kw
		3 bis unter 6 Jahre					56 bis unter 91 kW
							91 kW und mehr
		6 bis unter 9 Jahre					bis unter 56 kw
							56 bis unter 91 kW
		9 Jahre und älter					91 kW und mehr
							bis unter 56 kw
		bis unter 3 Jahre					56 bis unter 91 kW
							91 kW und mehr
		3 bis unter 6 Jahre					bis unter 56 kw
							56 bis unter 91 kW
		6 bis unter 9 Jahre					91 kW und mehr
							bis unter 56 kw
		9 Jahre und älter					56 bis unter 91 kW
							91 kW und mehr
		bis unter 3 Jahre					bis unter 56 kw
							56 bis unter 91 kW
		3 bis unter 6 Jahre					91 kW und mehr
							bis unter 56 kw
		6 bis unter 9 Jahre					56 bis unter 91 kW
							91 kW und mehr
		9 Jahre und älter					bis unter 56 kw
			56 bis unter 91 kW				
			91 kW und mehr				
	Wohnmobil					unbekannte HG	
Pkw gewerblicher Halter	Normalaufbau (= Pkw ohne Wohnmobile)	bis unter 3 Jahre			Flüssiggas Erdgas Elektro Hybrid Sonstige Benzin Diesel		
		3 Jahre und älter					
		bis unter 3 Jahre					bis unter 56 kw
		3 bis unter 6 Jahre					56 bis unter 91 kW
							91 kW und mehr
		6 bis unter 9 Jahre					bis unter 56 kw
							56 bis unter 91 kW
		9 Jahre und älter					91 kW und mehr
							bis unter 56 kw
		bis unter 3 Jahre					56 bis unter 91 kW
							91 kW und mehr
		3 bis unter 6 Jahre					bis unter 56 kw
							56 bis unter 91 kW
		6 bis unter 9 Jahre					91 kW und mehr
							bis unter 56 kw
		9 Jahre und älter					56 bis unter 91 kW
							91 kW und mehr
		bis unter 3 Jahre					bis unter 56 kw
							56 bis unter 91 kW
		3 bis unter 6 Jahre					91 kW und mehr
							bis unter 56 kw
		6 bis unter 9 Jahre					56 bis unter 91 kW
							91 kW und mehr
		9 Jahre und älter					bis unter 56 kw
			56 bis unter 91 kW				
			91 kW und mehr				
	Wohnmobil						
Lkw gewerblicher Halter		bis unter 6 Jahre	Gewerblicher Verkehr	bis 2.800 kg	Flüssiggas Erdgas Elektro Antrieb <-> Flüssiggas Erdgas Elektro		
			Sonstige Branchen				
			Gewerblicher Verkehr	2.801 bis 3.500 kg			
			Sonstige Branchen				
			Gewerblicher Verkehr	3.501 bis 12.000 kg			
			Sonstige Branchen				
			Gewerblicher Verkehr	12.001 bis 26.000 kg			
			Sonstige Branchen				
			Gewerblicher Verkehr	26.001 kg und mehr			
			Sonstige Branchen				
			6 Jahre und älter	Gewerblicher Verkehr			bis 2.800 kg
				Sonstige Branchen			
		Gewerblicher Verkehr		2.801 bis 3.500 kg			
		Sonstige Branchen					
		Gewerblicher Verkehr		3.501 bis 12.000 kg			
		Sonstige Branchen					
		Gewerblicher Verkehr		12.001 bis 26.000 kg			
		Sonstige Branchen					
		Gewerblicher Verkehr		26.001 kg und mehr			
		Sonstige Branchen					

Tab. 6: Zusammenfassende Darstellung der Schichtungsmerkmale (151 Schichten)

Fz-Gruppe <sup>1)</sup>	Fz-Art <sup>2)</sup>	Alter des Fz oder Halters <sup>3)</sup>	Wirtschaftszweig <sup>4)</sup>	Fz-Größe (Leistung/Gesamtmasse) <sup>5)</sup>	Antrieb <sup>5)</sup>	Haltergruppe (HG)/ Anzahl der Ausprägungen
Ausprägungen	Ausprägungen	Ausprägungen	Ausprägungen	Ausprägungen	Ausprägungen	Ausprägungen
Lkw privater Halter (incl. unbekannte Haltergruppe)		bis unter 6 Jahre		bis 2.800 kg	Flüssiggas	
		6 Jahre und älter		2.801 bis 3.500 kg	Erdgas	
Sattelzugmaschinen		bis unter 6 Jahre	Gewerblicher Verkehr	3.501 bis 12.000 kg	Elektro	
		6 Jahre und älter		12.001 bis 26.000 kg	Antrieb <-> Flüssiggas	
Sonstige Zugmaschinen		bis unter 12 Jahre	Sonstige Branchen <sup>6)</sup>	26.001 kg und mehr	Erdgas	
		12 Jahre und älter		26.001 kg und mehr	Elektro	
Kraftomnibusse		bis unter 6 Jahre	Gewerblicher Verkehr	bis unter 221 kW	Erdgas	bis 40 Sitzplätze
		6 Jahre und älter		Sonstige Branchen <sup>6)</sup>	221 kW und mehr	
Sonstige Kfz	Schutz- und Rettungs-Fz	bis unter 6 Jahre	Gewerblicher Verkehr	bis unter 221 kW	Diesel	41 bis 50 Sitzplätze
		6 Jahre und älter		Sonstige Branchen <sup>6)</sup>	221 kW und mehr	
Kfz mit Versicherungskennzeichen	Müllabfuhr/Reinigungs-Fz	bis unter 6 Jahre	Gewerblicher Verkehr	bis unter 221 kW		bis 40 Sitzplätze
		6 Jahre und älter		Sonstige Branchen <sup>6)</sup>	221 kW und mehr	
	Arbeits-Fz	bis unter 6 Jahre	Gewerblicher Verkehr	bis unter 221 kW		41 bis 50 Sitzplätze
		6 Jahre und älter		Sonstige Branchen <sup>6)</sup>	221 kW und mehr	
	Sonstige Fz-Art	bis unter 6 Jahre	Gewerblicher Verkehr	bis unter 221 kW		41 bis 50 Sitzplätze
		6 Jahre und älter		Sonstige Branchen <sup>6)</sup>	221 kW und mehr	
	Kleinkraftrad (Mokick/Moped)	bis 17 Jahre		bis unter 221 kW		über 50 Sitzplätze
		18 bis 24 Jahre				
	Leichtmofa	25 bis 39 Jahre				
		40 bis 54 Jahre				
	Mofa	55 Jahre und älter ohne Angabe				
		bis 17 Jahre				
	Sonstige Fz-Art	18 bis 24 Jahre				
		25 bis 39 Jahre				
		40 bis 54 Jahre				
		55 Jahre und älter ohne Angabe				
		bis 17 Jahre				
		18 bis 24 Jahre				
		25 bis 39 Jahre				
		40 bis 54 Jahre				
		55 Jahre und älter ohne Angabe				
		bis 17 Jahre				
		18 bis 24 Jahre				
		25 bis 39 Jahre				
		40 bis 54 Jahre				
		55 Jahre und älter ohne Angabe				
		bis 17 Jahre				
		18 bis 24 Jahre				
		25 bis 39 Jahre				
		40 bis 54 Jahre				
		55 Jahre und älter ohne Angabe				
		bis 17 Jahre				
		18 bis 24 Jahre				
		25 bis 39 Jahre				
		40 bis 54 Jahre				
		55 Jahre und älter ohne Angabe				

in Anlehnung an KBA 2015

- 1) Kodierung gemäß KBA-Systematik; bei fehlenden/unplausiblen Angaben Zuordnung „Sonstige Kfz“
- 2) Kodierung gemäß FLE2002 sowie Ergänzung neuer Schlüssel
- 3) Fehlende Angaben bei Zählvariablen sind jeweils in der höchsten, gültigen Kategorie enthalten
- 4) Kodierung gemäß FLE2002 sowie Übertragung auf neue Wirtschaftszweige
- 5) Bei fehlenden Angaben Zuordnung „Sonstige Antriebsarten“
- 6) inkl. unbekannte Haltergruppe

Tab. 6: Fortsetzung

### 3.3.8 Stichprobenumfang

Im Rahmen der Stichprobenplanung für die Halterbefragung wurde vorab festgelegt, einen Stichprobenumfang von netto rund 61.000 Kraftfahrzeugen (inkl. Fahrzeuge mit Versicherungskennzeichen) anzustreben. Durch diese Festlegung ist sichergestellt, dass sich die Hochrechnung der Inländerfahrleistung 2014 auf dieselbe Anzahl verwertbarer Datensätze stützt wie die Hochrechnung für das

Jahr 2002 und der Stichprobenfehler mithin in beiden Fällen in derselben Größenordnung liegt.

Bei praktisch jeder Erhebung – so auch bei einer Halterbefragung – treten Ausfälle auf. Die wichtigsten Ursachen hierfür sind im vorliegenden Kontext:

- Nichterreichbarkeit des Kfz-Halters (z. B. unbekannt verzogen, verstorben),

- Antwortverweigerung (trotz Erinnerung) und
- Nichtverwertbarkeit von Antworten (z. B. fehlende Angaben zum Tachostand).

Aus den Erhebungen der Jahre 1990, 1993 und 2002 liegen Informationen über die Häufigkeit derartiger Ausfälle vor. Die betreffenden Daten wurden genutzt, um für die Halterbefragung 2014 die zur Erreichung des angestrebten Nettostichprobenumfangs notwendige Anzahl auszuwählender Fahrzeuge, d. h. den Bruttostichprobenumfang, zu ermitteln. Als Ergebnis der entsprechenden Berechnungen wurde der Stichprobenumfang (brutto) für die Halterbefragung 2014 zunächst auf ca. 135.000 Fahrzeuge festgesetzt.

Wie sich dieser Gesamtstichprobenumfang auf die zehn Fahrzeuggruppen verteilt, geht aus Tabelle 7 hervor. Die dargestellten Stichprobenumfänge resultieren aus

- A-priori-Annahmen über die in den einzelnen Fahrzeuggruppen erreichbaren Antwortquoten sowie
- gruppenspezifischen Anforderungen an die (relative) Genauigkeit der Fahrleistungsschätzung.

Für die Berechnung des erforderlichen Stichprobenumfangs wurde auf die fahrzeuggruppenspezifische Standardabweichung des Merkmals Fahrleis-

tung pro Anmeldetag gemäß Halterbefragung 2002 zurückgegriffen. Zur Methodik der Aufteilung des fahrzeuggruppenspezifischen Stichprobenumfangs auf die Schichten innerhalb der Fahrzeuggruppen vgl. HAUTZINGER et al., 2005, S. 24-26.

Anders als 2002 wird bei der Halterbefragung 2014 auf eine 2. Erinnerung im Rahmen der Anfangsbefragung verzichtet. Aus diesem Grund wurde in einem weiteren Planungsschritt der Bruttostichprobenumfang um ca. 8 % auf insgesamt ca. 146.000 Fahrzeuge erhöht. Innerhalb jeder Schicht wurde der Stichprobenumfang gleichmäßig auf die sechs Wellen verteilt. Zur Gewährleistung einer Mindestzahl von 2 Fahrzeugen pro Schicht und Welle in der Nettostichprobe kam ein im Folgenden noch näher beschriebenes Verfahren zur Anwendung.

Da sich die Fahrzeuge mit alternativen Antriebsarten (Hybrid, Elektro etc.) durch sehr kleine Bestandszahlen auszeichnen, aber dennoch für diese Fahrzeugarten belastbare Aussagen möglich sein sollen, wurde für diese Gruppen ein gegenüber der ursprünglichen Planung erhöhter Auswahlatz (bis zur Vollerhebung) gewählt. Diese gezielte Aufstockung der Stichprobe um 8.500 Fahrzeuge mit alternativem Antrieb (siehe Tabelle 8) sollte – wie vom forschungsbegleitenden Ausschuss angeregt – für die „Rest“-Stichprobe qualitätsneutral sein, was nochmals zu einer Erhöhung des Gesamtstichprobenumfangs führte.

Fahrzeuggruppe	Stichprobenumfang <sup>1)</sup>	rel. Fehler <sup>2)</sup>
Krafträder (mit aml. Kennzeichen)	7.515	± 6,0 %
Pkw privater Halter	37.424	± 1,3 %
Pkw gewerblicher Halter	13.001	± 2,5 %
Lkw gewerblicher Halter	25.193	± 2,0 %
Lkw privater Halter	19.880	± 3,0 %
Sattelzugmaschinen	7.651	± 1,5 %
Sonstige Zugmaschinen	5.133	± 7,0 %
Kraftomnibusse (einschl. Linienbusse)	4.188	± 2,0 %
Wohnmobile	1.922	± 8,0 %
Sonstige Kfz	4.328	± 6,0 %
Kfz mit Versicherungskennzeichen	9.049	± 6,0 %
Summe	135.284	-

<sup>1)</sup> Bei der Berechnung wurde von einer gegenüber 2002 um 10% verringerten Quote verwertbarer Antworten ausgegangen.

<sup>2)</sup> Dieser relative Fehler wird bei der Schätzung des Totalwerts der Fahrleistung nicht überschritten (Sicherheitsgrad 95%), wenn die Antwortquote (= für die Fahrleistungsschätzung verwertbare Fälle bezogen auf das bereinigte Brutto der Anfangsbefragung) um nicht mehr als 10% niedriger als die jeweilige fahrzeuggruppenspezifische Antwortquote aus der Fahrleistungserhebung 2002 ist.

**Tab. 7:** Genauigkeitsvorgaben und Bruttostichprobenumfänge für die Fahrzeuggruppen

Fahrzeuggruppe <sup>1)</sup>	Stichprobenumfang
Pkw mit Kraftstoffart/Energiequelle „Flüssiggas (einschl. bivalent)“	4.000
Pkw mit Kraftstoffart/Energiequelle „Erdgas (einschl. bivalent)“	2.000
Pkw mit Kraftstoffart/Energiequelle „Elektro“	1.000
Pkw mit Kraftstoffart/Energiequelle „Hybrid“	1.000
Pkw mit Kraftstoffart/Energiequelle „Sonstige“	500
Summe	8.500

<sup>1)</sup> Die Fahrzeuggruppen „Pkw privater Halter“ und „Pkw gewerblicher Halter“ sind zusammengefasst dargestellt

**Tab. 8:** Zusätzliche Bruttostichprobenumfänge für Pkw mit alternativem Antrieb

Insgesamt ergab sich damit ein im Vorfeld der Erhebung festgelegter Bruttostichprobenumfang von ca. 154.600 Fahrzeugen.

Nach Beginn der Feldphase der Halterbefragung 2014 zeichnete es sich ab, dass der vorab festgelegte Bruttostichprobenumfang bei einigen Fahrzeuggruppen wohl nicht ausreichen würde, um die angestrebten Nettofallzahlen zu erreichen. So lag insbesondere bei Fahrzeugen mit Versicherungskennzeichen die Antwortquote der Anfangsbefragung der 1. Erhebungswelle unter dem Wert, der bei der Planung des Stichprobenumfangs angenommen worden war (bei der Schlussbefragung wurden demgegenüber die angenommenen Antwortquoten erreicht).

In dieser Situation wären im Sinne eines „responsiven“ bzw. „adaptiven“ Stichprobendesigns (vgl. z. B. GROVES und HEERINGA, 2006 sowie COUPER und WAGNER, 2011) als „Intervention“ Maßnahmen zur Steigerung der Antwortquote (und damit zur Reduzierung von Verzerrungen durch Nonresponse) bei den nachfolgenden Wellen zu ergreifen gewesen. So hätte man z. B. an die Wiedereinführung einer zweiten (schriftlichen) Erinnerung<sup>9</sup> in der Anfangsbefragung oder die telefonische Abfrage des Tachostands bei Haltern, die den Fragebogen nicht zurückgesandt haben, den-

<sup>9</sup> Der erwähnte Aufschlag von 8 % auf den Umfang der Bruttostichprobe konnte nicht in allen Fahrzeuggruppen den Wegfall der 2. Erinnerung in der Anfangsbefragung kompensieren.

Erhebungswelle	Stichtag der Ziehung	Stichprobenumfang
1	02.11.2013	25.788
2	18.01.2014	28.300
3	22.03.2014	28.128
4	24.05.2014	26.861
5	26.07.2014	26.792
6	27.09.2014	26.784
Gesamt		162.653

**Tab. 9:** Bruttostichprobenumfang gegliedert nach Wellen

ken können. Aus organisatorischen und datenschutzrechtlichen Gründen kamen solche Umstellungen im Erhebungsverfahren der Halterbefragung 2014 allerdings nicht in Betracht.

Einzig praktische realisierbare Option zur Erreichung des angestrebten Nettostichprobenumfangs war die nachträgliche Erhöhung des Bruttostichprobenumfangs. Da hierdurch nicht die Antwortquote, sondern (bei konstanter Antwortquote) direkt die Zahl der in die Hochrechnung einfließenden Fälle erhöht wird, verringert diese Maßnahme den Stichprobenfehler; eine Reduzierung des Nonresponse-Bias bewirkt sie dagegen nicht. Da nach den Ergebnissen der Nonresponse-Studie zur Halterbefragung (vgl. Kapitel 3.6) gravierende Verzerrungen durch Antwortausfälle nicht zu befürchten sind, ist die gezielte Erhöhung des Bruttostichprobenumfangs die adäquate Maßnahme zur Reduzierung des Gesamtfehlers der Halterbefragung.

Gestützt wurden die beschriebenen Eingriffe in das ursprüngliche Stichprobendesign auf die jeweils aktuellsten verfügbaren Daten zum Antwortverhalten der Fahrzeughalter in den einzelnen Fahrzeuggruppen (Paradaten). Durch die Aufstockung der Bruttostichprobe im Erhebungsverlauf ergab sich bis zum Abschluss der Feldphase der Halterbefragung ein Bruttostichprobenumfang von insgesamt 162.653 Fahrzeugen (Tabelle 9).

Ergänzend sei an dieser Stelle noch angemerkt, dass auch bei der Mindestanzahl auszuwählender Fahrzeuge je Schicht und Welle eine Anpassung nach oben notwendig war. Ausgehend vom Modell der Binomialverteilung wurden bei der Halterbefragung 2002 unter Annahme einer Antwortquote von 48 % je Schicht und Welle mindestens 12 Fahrzeuge ausgewählt (9 bei Fahrzeugen mit Versicherungskennzeichen, angenommene Antwortquote hier 60 %), um die Wahrscheinlichkeit für das Ereignis

nis, dass pro Schicht und Welle weniger als 2 Fahrzeuge in die Stichprobe gelangen, unter 1 % zu senken. Für die Erhebung 2014 wurde die Mindestanzahl bereits vorab für Welle 1 auf 18 Fahrzeuge erhöht, um eine ausreichende Besetzung in jeder Schicht zu gewährleisten. Nach Auswertung der Rücklaufquoten der Anfangsbefragung der ersten Welle, zeigte sich, dass bedingt durch geringe Rücklaufquoten in einzelnen Schichten der Fahrzeuge mit Versicherungskennzeichen eine weitere Anhebung der Mindestanzahl notwendig angezeigt war. Deshalb erfolgte für Welle 2 eine Erhöhung des Mindeststichprobenumfangs pro Einzelschicht auf 36 Fahrzeuge und nach Vorliegen erster Rücklaufquoten der zweiten Welle eine nochmalige Erhöhung für Fahrzeuge mit Versicherungskennzeichen auf 48 Fahrzeuge ab der dritten Welle.

### 3.3.9 Auswahltechnik

Für die Halterbefragung 2014 wurde – wie bereits bei den Fahrleistungserhebungen 1990, 1993 und 2002- als Auswahltechnik die systematische Zufallsauswahl gewählt. Hierzu musste die zufällige Startzahl je Schicht sowie die Schrittweite vorgegeben werden. Die Auswahltrittweite variiert erheblich zwischen den einzelnen Schichten. Betrachtet man vereinfachend lediglich die Fahrzeuggruppen, so erhält man – bezogen auf den Brutto-Stichprobenumfang – folgende (durchschnittlichen) Schrittweiten (über alle Wellen zusammen):

- Krafträder mit amtl. Kennzeichen                      jedes 456. Fahrzeug,
- Pkw private Halter (incl. Wohnmobile)                      jedes 790. Fahrzeug,
- Pkw gewerbliche Halter incl. Wohnmobile)                      jedes 238. Fahrzeug,
- Lkw gewerbliche Halter                      jedes 64. Fahrzeug,
- Lkw private Halter                      jedes 42. Fahrzeug,
- Sattelzugmaschinen                      jedes 23. Fahrzeug,
- Sonst. Zugmaschinen                      jedes 23. Fahrzeug,
- Kraftomnibusse                      jedes 17. Fahrzeug,
- Sonst. Fahrzeuge                      jedes 65. Fahrzeug,
- Kfz mit Versicherungskennzeichen                      jedes 329. Fahrzeug.

## 3.4 Erhebungsverfahren

### 3.4.1 Erhebungsdesign

Das Erhebungsverfahren der Halterbefragung zur Ermittlung der Inländerfahrleistung 2014 orientiert sich am bewährten Design der Vorläuferprojekte. Wie in den drei früheren Studien werden die Fahrzeughalter an zwei aufeinanderfolgenden Zeitpunkten zum Kilometerstand des betreffenden Fahrzeugs aus der Stichprobe befragt. Zwischen den beiden Befragungszeitpunkten (Anfangs- bzw. Schlussbefragung) liegt standardmäßig ein Zeitraum von zehn Wochen. Somit wird die Fahrleistung des ausgewählten Fahrzeugs generell über diesen Berichtszeitraum erfasst.

In erhebungstechnischer Hinsicht unterscheidet sich die Befragung 2014 vom früheren Design im Wesentlichen nur dadurch, dass die bisherige schriftlich-postalische Befragung zum Tachostand des Fahrzeugs durch eine entsprechende Online/ Handy-Erhebung ergänzt wurde.

Die gegenüber 2002 vorgenommenen Änderungen können wie folgt zusammengefasst werden (siehe hierzu auch Kapitel 3.4.8):

- Befragungsart: Den Befragten wird eine Wahlmöglichkeit zwischen den Befragungsformen
  - schriftlich,
  - online über das Internet oder
  - via Smartphone (z. B. Verlinkung über QR-Code)

ingeräumt (mixed mode survey). Dies erlaubt eine individuellere und altersspezifischere Ansprache und führt zu einer Steigerung der Rücklaufquoten vor allem bei den jüngeren privaten Haltern und den gewerblichen Haltergruppen im Vergleich zum klassischen Ansatz.

- Fragebogen: In der Anfangsbefragung wird im Fragebogen bereits darauf hingewiesen, dass bei der Schlussbefragung in 10 Wochen auch nach der Zahl der im Ausland zurückgelegten km gefragt wird. Dieser Hinweis soll eine genauere Angabe der Auslandsfahrleistung des Kfz durch den Befragten bewirken, indem der Halter auf die Abfrage vorbereitet wird und mit hin eher auf Fahrleistungen im Ausland achtet.
- Für Rückfragen der befragten Halter wird vom KBA eine Internetseite bereitgestellt, auf der weitere Informationen zur Erhebung gegeben

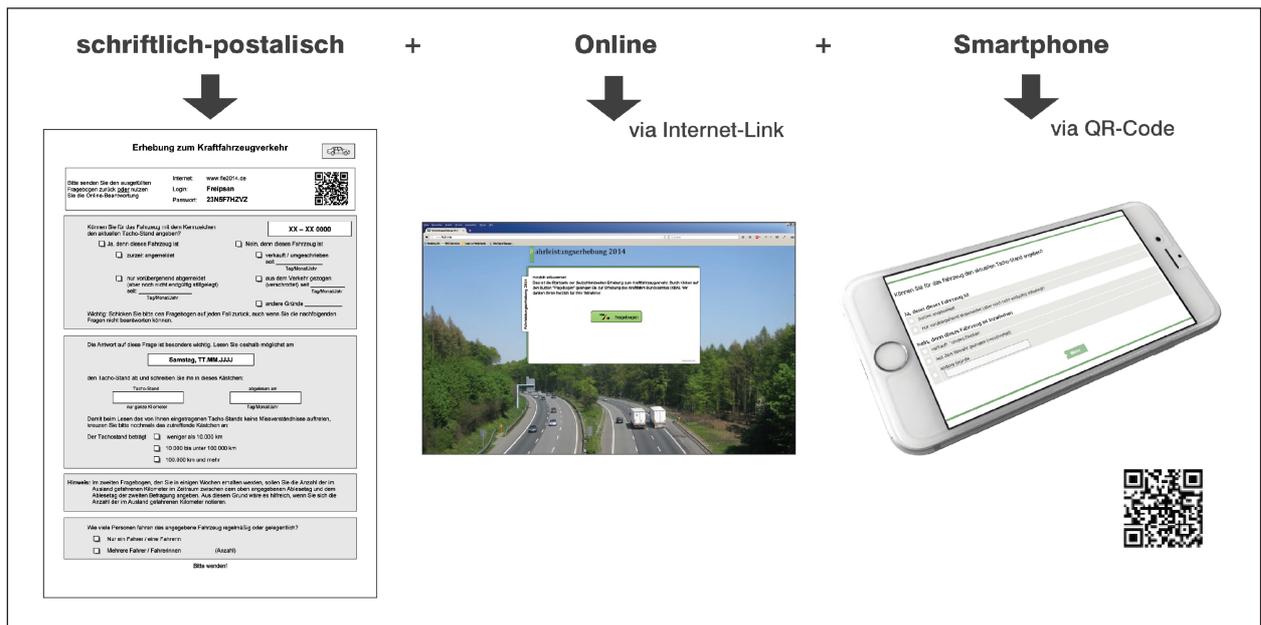


Bild 5: Erhebungstechnik: Fahrleistungsermittlung mittels Methodenmix

werden. Zudem ist eine telefonische Hotline geschaltet, welche aus organisatorischen sowie aus Authentizitätsgründen ebenfalls vom KBA betrieben wird.

Das Konzept des sehr einfach gehaltenen, intuitiv verständlichen Fragebogens, welcher in der Anfangs- und der Schlussbefragung jeweils lediglich 2 Fragebogenseiten umfasst und nur die absolut notwendigen Inhalte abfragt, wurde beibehalten.

### 3.4.2 Erhebungswellen

Die Halterbefragung wurde in sechs über das Jahr 2014 verteilten Wellen entsprechend des nachfolgenden Zeitplanes durchgeführt, wobei die Wellen 1 und 6 sich jeweils in das Jahr 2013 bzw. das Jahr 2015 hinein erstrecken. Die entsprechenden Stichtage der Tachostandsablesung lassen sich der Tabelle 10 entnehmen.

Um die Anzahl der ausgefüllten und zurückgesandten Fragebogen zu erhöhen, erhalten die Befragten – soweit erforderlich – in der Anfangsbefragung und in der Schlussbefragung jeweils eine Erinnerung.

Zu den Erinnerungen werden dieselben Fragebogen, allerdings mit einem jeweils neuen Stichtag für die Ablesung des Tachostands versehen, versandt. Somit ergeben sich je Welle sechs Versandaktionen, wobei je nach Antwortbereitschaft in der Anfangs- und Schlussbefragung ein Fahrzeughalter zwei bis vier verschiedene Stichtage für die Tachostandsablesung erhält.

Welle	Befragungen	Anfangsbefragung (AB)	Anfangsbefragung Erinnerung (ABE)
1	Anfangsbefragung	07. Dez. 2013	11. Jan. 2014
	Schlussbefragung (SB)	15. Feb. 2014	15. März 2014
	Schlussbefr. Erinnerung (SBE)	15. März 2014	12. April 2014
2	Anfangsbefragung	08. Feb. 2014	08. März 2014
	Schlussbefragung (SB)	19. April 2014	17. Mai 2014
	Schlussbefr. Erinnerung (SBE)	17. Mai 2014	14. Juni 2014
3	Anfangsbefragung	12. April 2014	10. Mai 2014
	Schlussbefragung (SB)	21. Juni 2014	19. Juli 2014
	Schlussbefr. Erinnerung (SBE)	19. Juli 2014	16. Aug. 2014
4	Anfangsbefragung	14. Juni 2014	12. Juli 2014
	Schlussbefragung (SB)	23. Aug. 2014	20. Sep. 2014
	Schlussbefr. Erinnerung (SBE)	20. Sep. 2014	18. Okt. 2014
5	Anfangsbefragung	16. Aug. 2014	13. Sep. 2014
	Schlussbefragung (SB)	25. Okt. 2014	22. Nov. 2014
	Schlussbefr. Erinnerung (SBE)	22. Nov. 2014	20. Dez. 2014
6	Anfangsbefragung	18. Okt. 2014	15. Nov. 2014
	Schlussbefragung (SB)	27. Dez. 2014	24. Jan. 2015
	Schlussbefr. Erinnerung (SBE)	24. Jan. 2015	21. Feb. 2015

**Lesehilfe:**

In den Kästchen, wo sich die Zeile SB und die Spalte AB kreuzen, stehen jeweils die Ablesetage der Schlussbefragung für diejenigen Kfz, für die bei der Anfangsbefragung sofort geantwortet worden ist.

Tab. 10: Stichtage der Tachostandsablesung nach Erhebungswellen

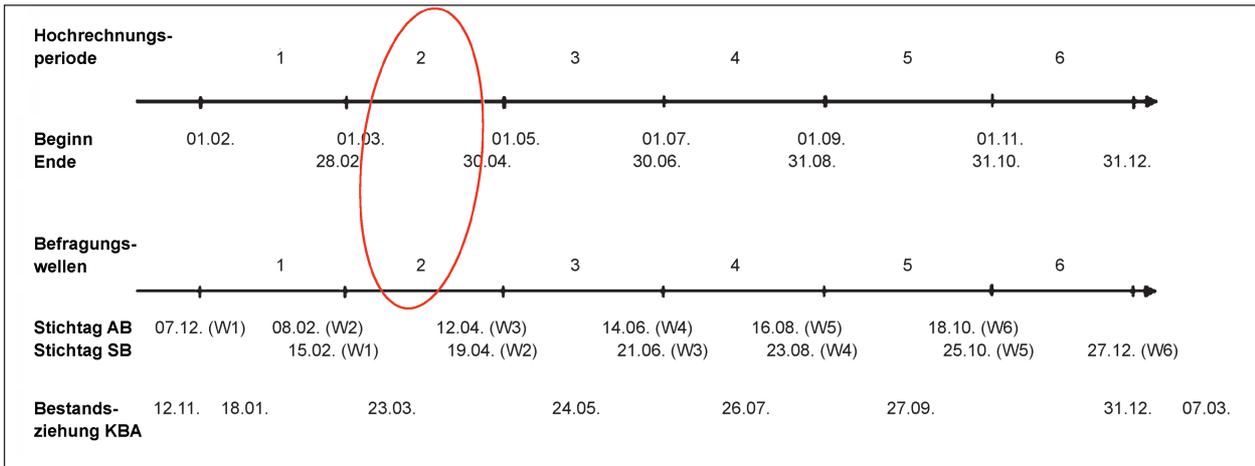


Bild 6: Übersicht zu den Hochrechnungsperioden, Befragungswellen und Bestandsziehungen

Antwortergruppe	Berichtszeitraum
AB – SB	08.02. – 19.04.
AB – SBE	08.02. – 17.05.
ABE – SB	08.03. – 17.05.
ABE – SBE	08.03. – 14.06.

Tab. 11: Antworterguppen der Welle 2 mit Stichtagen für die erste und zweite Tachostandsablesung

Da sowohl bei der Anfangsbefragung (AB) als auch bei der Schlussbefragung (SB) die Möglichkeit besteht, erst nach einer Erinnerung (E) zu antworten, gibt es, wie Tabelle 11 in schematischer Form zeigt, innerhalb jeder Befragungswelle vier Teilgruppen von Antwortern, die sich hinsichtlich der Länge und Lage des Berichtszeitraums unterscheiden. Der Berichtszeitraum ist hierbei der Zeitraum, auf den sich die aus den Angaben des Halters ermittelte Fahrzeugfahrleistung bezieht (Zeitraum zwischen erster und zweiter Tachostandsablesung).

Betrachtet man beispielsweise die Welle 2, so ergeben sich für die vier Antworterguppen Berichtszeiträume, die in Tabelle 11 dargestellt sind.

Als Fazit lässt sich festhalten, dass bei allen vier Teilgruppen von Antwortern der Welle 2 der überwiegende Teil des Berichtszeitraumes auf die Hochrechnungsperiode 2 (Zeitraum 01.03. bis 30.04.) entfällt. Man kann deshalb in leichter Idealisierung die Daten der Befragungswelle 2 komplett der Hochrechnungsperiode 2 zuordnen. Dies gilt analog auch für die übrigen Befragungswellen.

Insgesamt kann die Zuordnung der Befragungswellen zu den Hochrechnungsperioden deshalb, wie in Bild 6 dargestellt, vorgenommen werden.

### 3.4.3 Erhebungsorganisation

Sämtliche Arbeiten im Zusammenhang mit der technisch-organisatorischen Abwicklung der Befragung wurden vom Kraftfahrt-Bundesamt durchgeführt. Hierzu zählen insbesondere die Stichprobenziehung, die Bereitstellung und der Versand der Erhebungsunterlagen sowie die Überwachung und Erfassung der Rückläufe.

Die Halteradressen für die 6 Erhebungswellen wurden im Rahmen von 6 Ziehungen aus dem ZFZR ermittelt. Im Zusammenhang mit jeder dieser Ziehungen wurden die Besetzungshäufigkeiten der Schichten innerhalb jeder Fahrzeuggruppe bestimmt (vgl. Kapitel 3.3.7).

Wie in den Vorläuferstudien wurden die Fragebogen und sonstigen Unterlagen direkt beim KBA erstellt, da dies zum einen das Verfahren insgesamt vereinfacht und zum anderen die Anzahl möglicher Fehlerquellen (z. B. das Vertauschen der verschiedenen fahrzeuggruppenspezifischen Schriftstücke) stark einschränkt. Ein weiterer Vorzug liegt darin, dass so eine zielgruppenspezifische Ansprache der ausgewählten Kfz-Halter möglich wird. Beispielsweise können die Befragten für die Schlussbefragung einen Fragebogen erhalten, dessen Inhalt von der in der Anfangsbefragung gegebenen Antwort (Filterfrage) abhängt.

In Tabelle 12 sind die beim KBA durchgeführten Arbeiten schematisch dargestellt.

Anfangsbefragung	Schlussbefragung
<b>Adressenziehung</b>	
<b>Ankündigungsschreiben</b>	
Bereitstellung	
Versand	
<b>Originalunterlagen</b>	<b>Originalunterlagen</b>
Bereitstellung	Bereitstellung
Versand	Versand
Erfassung	Erfassung
Rücklaufkontrolle	Rücklaufkontrolle
<b>Erinnerung</b>	<b>Erinnerung</b>
Bereitstellung	Bereitstellung
Versand	Versand
Erfassung	Erfassung
Verknüpfung mit den Daten der Online-Erhebung von Interrogare	Verknüpfung mit den Daten der Online-Erhebung von Interrogare, Verknüpfung der Daten aus Anfangs- und Schlussbefragung sowie Hinzuspielen der technischen Kfz-Merkmale, Datentransfer an IVT (je Welle)

Tab. 12: Zusammenfassende Darstellung der beim KBA durchgeführten Arbeiten je Welle

### 3.4.4 Rücklaufüberwachung

Repräsentativerhebungen vom Umfang und Komplexitätsgrad der Halterbefragung 2014 setzen leistungsfähige Computersoftware bzw. -hardware voraus. Nur so können vom Projektmanagement sowohl die Terminüberwachung als auch die fehlerfreie Ausführung aller Aufgaben, die im Erhebungszeitraum zu erledigen sind (siehe Kapitel 3.4.3), gewährleistet werden.

Beim KBA wurde zur Produktionssteuerung das Programm SPSS eingesetzt und für das Datenmanagement die Datenbanksoftware ACCESS. In Bild 7 wird ein wichtiger Teilbereich, die Rücklaufbearbeitung, in schematisierter Form veranschaulicht.

### 3.4.5 Befragungsinhalt

Die Erhebungsunterlagen entsprechen bis auf einige Aktualisierungen und Modifikationen denen des Jahres 2002. Inhalt und Layout von Ankündigungsschreiben sowie Fragebogen mit Begleitschreiben (Anfangs- und Schlussbefragung) wurden von IVT und DLR in Abstimmung mit der BAST

vorgegeben. Die Befragungsunterlagen unterscheiden sich zwischen den Fahrzeuggruppen. Auf den Fragebogen ist die betreffende Fahrzeuggruppe als Piktogramm dargestellt.

Die Fragebogen sind für die verschiedenen Fahrzeuggruppen in inhaltlicher Hinsicht unterschiedlich gestaltet. Sie sind doppelseitig und umfassen, neben der Angabe des Tachostandes, nicht mehr als jeweils sechs weitere Fragenkomplexe (Tabelle 13).

Diese beziehen sich im Wesentlichen auf

- Merkmale des Fahrzeugs,
- Merkmale des Halters bzw. des Hauptnutzers sowie
- Merkmale der generellen Fahrzeugnutzung.

Damit wurde der Forderung nach Vergleichbarkeit mit den vorangegangenen Studien aus den Jahren 1990, 1993 und 2002 Rechnung getragen. Die Fragebogen orientieren sich auch im Hinblick auf Layout und Format eng an ihren Vorgängerversionen.

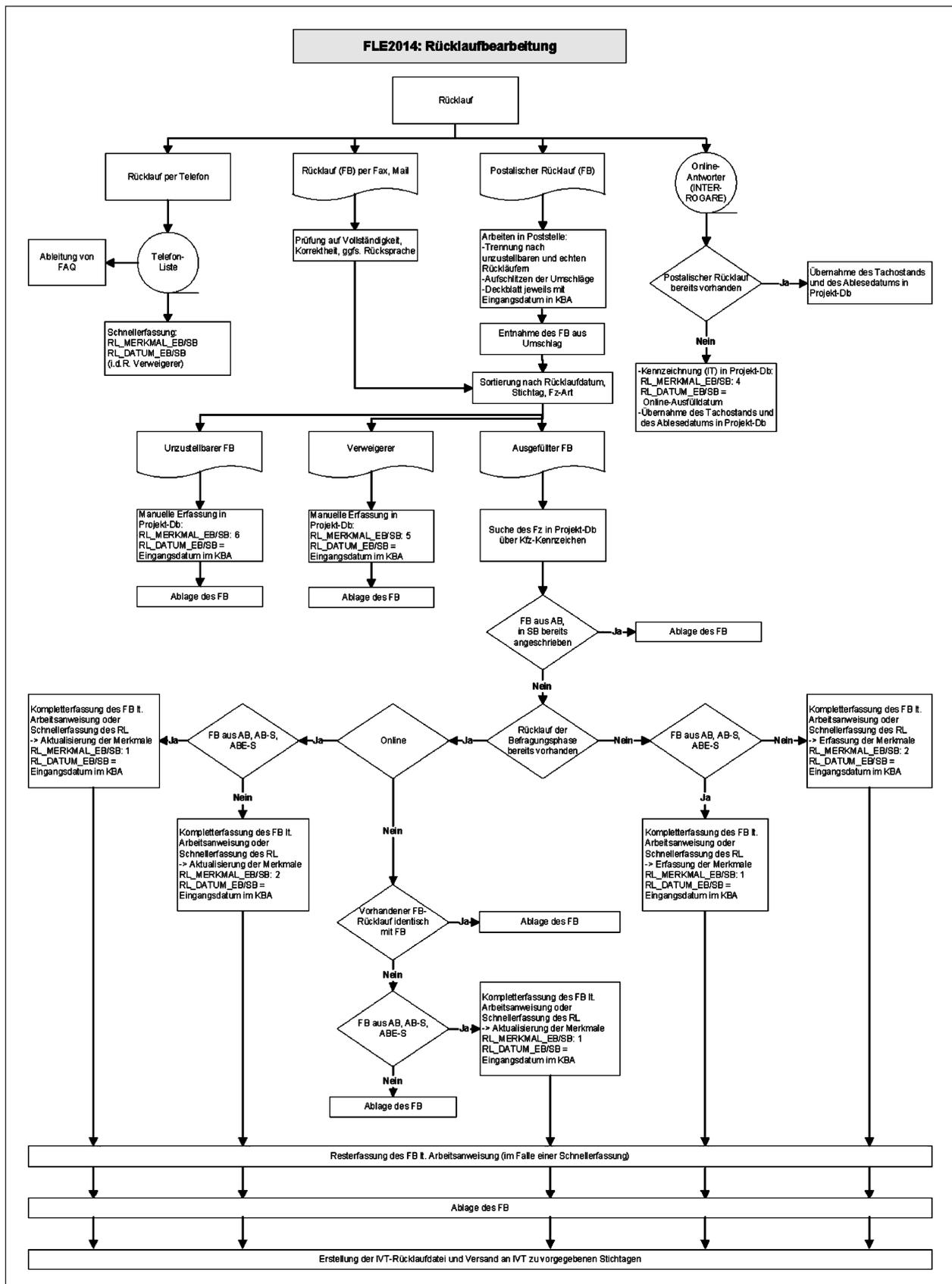


Bild 7: Rücklaufbearbeitung im KBA (Quelle: KBA 2015)

Anfangsbefragung	Schlussbefragung
<b>Krafträder</b>	
Tachostand Einsatzart Fahrzeugnutzer weiterer Pkw-Besitz Standort Fahrzeug	Tachostand Auslandsfahrten Verwendungsart Haushaltsmerkmale • Mitglieder • Führerscheinbesitz • Fuhrpark
<b>Pkw privater Halter</b>	
Tachostand Einsatzart/Nutzungsbereiche Fahrzeugnutzer Standort Fahrzeug	Tachostand Auslandsfahrten Verwendungsart Haushaltsmerkmale • Mitglieder • Führerscheinbesitz • Fuhrpark
<b>Pkw gewerblicher Halter</b>	
Tachostand Einsatzart Fahrzeugnutzer Fahrzeugflotte Standort Fahrzeug	Tachostand Auslandsfahrten Fahrzeugnutzung Unternehmensmerkmale • Beschäftigte • Branche • Fuhrpark
<b>Lkw gewerblicher Halter</b>	
Tachostand Verkehrsart Distanzbereich Einsatzart • Kombi-/Containerverkehr • Anhänger • Gefahrgüter/Abfälle Standort Fahrzeug	Tachostand Auslandsfahrten Unternehmensmerkmale • Beschäftigte • Branche • Fuhrpark • Genehmigungen/Lizenzen
<b>Lkw privater Halter</b>	
Tachostand Einsatzart Fahrzeugnutzer Fahrzeugflotte Standort Fahrzeug	Tachostand Auslandsfahrten Verwendungsart Haushaltsmerkmale • Mitglieder • Führerscheinbesitz • Fuhrpark
<b>Kraftomnibusse (einschl. Linienbusse)</b>	
Tachostand Einsatzart Fahrzeugkategorie Verkehrsart Standort Fahrzeug	Tachostand Auslandsfahrten Unternehmensmerkmale • Beschäftigte • Branche • Fuhrpark

Tab. 13: Fragenkomplexe nach Fahrzeuggruppen

Anfangsbefragung	Schlussbefragung
<b>Sattelzugmaschinen</b>	
Tachostand Verkehrsart Distanzbereich Fahrzeugeinsatz • Art • Kombi-/Containerverkehr • Tank/Siloverkehr • Gefahrgüter/Abfälle Standort Fahrzeug	Tachostand Auslandsfahrten Unternehmensmerkmale • Beschäftigte • Branche • Fuhrpark • Genehmigungen/Lizenzen
<b>Sonstige Zugmaschinen</b>	
Tachostand Verkehrsart Distanzbereich Fahrzeugeinsatz • Art • Kombi-/Containerverkehr • Tank/Siloverkehr • Gefahrgüter/Abfälle Standort Fahrzeug	Tachostand Auslandsfahrten Unternehmensmerkmale • Beschäftigte • Branche • Fuhrpark • Genehmigungen/Lizenzen
<b>Sonstige Fahrzeuge</b>	
Tachostand Verkehrsart Distanzbereich Fahrzeugeinsatz • Art • Kombi-/Containerverkehr • Tank/Siloverkehr • Gefahrgüter/Abfälle Standort Fahrzeug	Tachostand Auslandsfahrten Unternehmensmerkmale • Beschäftigte • Branche • Fuhrpark
<b>Kfz mit Versicherungskennzeichen</b>	
Tachostand Fahrzeugnutzer • personenbezogen Fahrpraxis • weiterer Pkw-Besitz Standort Fahrzeug	Tachostand Auslandsfahrten Nutzung des Fahrzeugs • Häufigkeit • Verwendungsart • Nutzungsbereiche

Tab. 13: Fortsetzung

### 3.4.6 Erhebungsunterlagen

Die Erhebungsunterlagen umfassen in der Anfangsbefragung einen fahrzeuggruppenspezifischen Fragebogen mit einem Begleitschreiben, das neben Informationen zur Befragung und der Bitte um Teilnahme auch die Erklärung zum Datenschutz enthält (Bild 8 und 9). Private Kfz-Halter erhalten zusätzlich vor den Erhebungsunterlagen ein Ankündigungsschreiben in Form einer Postkarte. In der Schlussbefragung wird analog verfahren, jedoch auf das Ankündigungsschreiben verzichtet.

**Kraftfahrt-Bundesamt**  
Az.: 342-206

Kraftfahrt-Bundesamt • 24932 Flensburg

KBA

< Anrede >  
< Name >  
< Straße >  
< PLZ Ort >

**XX – YY 1111**

Flensburg, 02.12.2013

**Erhebung zum Kraftfahrzeugverkehr**

Wie angekündigt, erhalten Sie anbei einen kurzen Fragebogen bezüglich der Nutzung des Fahrzeugs mit dem oben angegebenen Kennzeichen.

Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur benötigt diese Angaben, um die gegenwärtigen und zukünftigen Herausforderungen der wachsenden Mobilität zu bewältigen. Zuverlässige Daten sind dafür eine wichtige Grundlage.

Daher ist es besonders wichtig, dass Sie den genauen (nicht geschätzten) Tacho-Stand des oben genannten Fahrzeugs angeben. Um zu verlässlichen Daten über die km-Leistung von Kraftfahrzeugen zu kommen, senden wir Ihnen in einigen Wochen einen zweiten, ebenso kurzen Fragebogen zu.

Die Rücksendung ist in beiden Fällen portofrei für Sie. Alternativ können Sie den Fragebogen auch online mit Ihrem PC, Tablet-PC oder Smartphone ausfüllen. Die Zugangsdaten finden Sie oben auf dem Fragebogen. Natürlich ist der Datenschutz in vollem Umfang gewahrt. Weitere Informationen hierzu können Sie der Rückseite dieses Schreibens entnehmen.

Die Teilnahme an der Befragung ist selbstverständlich freiwillig. Ihre Angaben sind für uns jedoch sehr wichtig, da sie helfen, der gerade für unser Land so wichtigen Verkehrsplanung wertvolle Entscheidungsgrundlagen zu liefern.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr  
Kraftfahrt-Bundesamt

  
Präsident des Kraftfahrt-Bundesamtes  
(Ekhard Zinke)

Dienstort:  
Friedestraße 16  
24944 Flensburg      Telefon:  
0461 316-1366  
oder -1367  
0461 316-0      Telefax:  
0461 316-1650  
oder -1495      E-Mail:  
Fahrleistungserhebung2014@kba.de  
kba@kba.de  
Internet: www.kba.de      Konto:  
Deutsche Bundesbank, Filiale Kiel  
BLZ: 210 000 00, Kto.-Nr.: 210 010 30  
IBAN: DE-52 210 0001 0001 0010 30  
BIC: MARKDEF1210

Bild 8: Begleitschreiben zur Halterbefragung (Vorderseite)

Durch unterschiedliche Begleitschreiben je Haltergruppe wird versucht, auf die spezifischen Interessenlagen unterschiedlicher Fahrzeughaltergruppen einzugehen, um mit der entsprechenden Argumentation eine Teilnahme an der Befragung wahrscheinlicher zu machen. Für die Halter von Großflotten wurden dabei separate Anschreiben entwickelt.

Da bei den Befragungsinhalten zwischen den Nutzungsarten privat und gewerblich unterschieden wird, ist es notwendig, der Gruppe „Lkw privater Halter“ in der Anfangsbefragung beide Fragebögen zuzusenden, da von den Fahrzeugen dieser Haltergruppe nach vorliegenden Erkenntnissen ein gewisser Teil doch überwiegend gewerblich genutzt wird.<sup>10</sup> Durch Versendung beider

<sup>10</sup> Bei Lkw gewerblicher Halter ist eine überwiegend private Nutzung demgegenüber unbedeutend.

#### Informationen zur Erhebung zum Kraftfahrzeugverkehr

Ihr Fahrzeug wurde - zusammen mit einigen Tausend anderen - für die Erhebung zum Kraftfahrzeugverkehr aus dem Zentralen Fahrzeugregister des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) nach einem Zufallsverfahren ausgewählt. Aus technischen Gründen werden die Daten der zufällig ausgewählten Fahrzeuge für die Zeitdauer der Befragung in einer separaten Datei geführt.

Die für diese Untersuchung erforderlichen technischen Fahrzeugdaten sowie die Angaben auf den Fragebögen gibt das KBA unter strikter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen über den Datenschutz ausschließlich in anonymisierter Form weiter. Die Datensätze werden statistisch ausgewertet und nur in statistischen Tabellen zusammengefasst veröffentlicht.

Das bedeutet, dass niemand aus den weitergegebenen Datensätzen noch aus den veröffentlichten Ergebnissen erkennen kann, von welchen Personen oder von welchen Firmen die Angaben gemacht worden sind.

Sollten Sie noch Fragen zur Erhebung, zum Datenschutz oder zum Ausfüllen des Fragebogens haben, sind hierzu im Internet weitere Informationen bereitgestellt. Folgen Sie hierzu dem Link zur „Fahrleistungserhebung 2014“ auf der Startseite des KBA unter:

<http://www.kba.de>

Falls bei Ihnen darüber hinaus weitere Fragen bestehen, können Sie diese auch gern an unsere telefonische Hotline unter Tel. 0461/316-1366 oder 1367 richten. Diese ist von Montag bis Donnerstag in der Zeit von 08:30 Uhr bis 16 Uhr und Freitag von 08:30 Uhr bis 15:00 Uhr zum üblichen Festnetzstarif ohne zusätzliche Servicegebühren erreichbar. Gern können Sie Ihre Fragen auch per Mail an [Fahrleistung2014@kba.de](mailto:Fahrleistung2014@kba.de) an uns richten.

Wir danken Ihnen für Ihre freundliche Unterstützung!

Ihr  
Kraftfahrt-Bundesamt

Bild 9: Begleitschreiben zur Halterbefragung (Rückseite)

Fragebogenvarianten (gewerblich und privat) ist es dem Fahrzeughalter möglich, den für ihn zutreffenden Fragebogen in der Anfangsbefragung auszuwählen. Damit ist das Fahrzeug in der Schlussbefragung eindeutig der vom Halter in der Anfangsbefragung gewählten Nutzungsart zugeordnet. Auf diese Weise gelingt es, auch dann die spezifischen Fragen zu überwiegend gewerblich genutzten Fahrzeugen zur Beantwortung vorzulegen, wenn das Fahrzeug beim KBA unter der Haltergruppe „private Halter“ angemeldet ist.

Eine weitere Differenzierung ergab sich durch die Möglichkeit der vorübergehenden Abmeldung sowie des Verkaufs bzw. der endgültigen Stilllegung des Fahrzeugs zwischen der Anfangs- und Schlussbefragung. Bei denjenigen Kraftfahrzeugen, die vom Befragten in der Anfangsbefragung als vorübergehend abgemeldet gekennzeichnet werden, wird in der Schlussbefragung ein etwas modifizierter Fragebogen verschickt, der dieser Situation Rechnung trägt. Auch im Falle einer Stilllegung bzw. eines Verkaufs des Fahrzeugs zwischen der Anfangs- und Schlussbefragung werden die Fahrzeughalter über den Zeitpunkt der Stilllegung bzw. des Verkaufs und den letzten Tachostand befragt. Damit ist es in beiden Fällen möglich, die erbrachte Fahrleistung auf den tatsächlichen Nutzungszeitraum zu beziehen.



**Bild 10:** Optionen der Online-Teilnahme

### 3.4.7 Mixed-Mode-Survey

Bei der Halterbefragung 2014 konnten die Befragten neben der postalischen Antwortmöglichkeit auch mittels Laptop, Smartphone etc. an der Erhebung teilnehmen (mixed mode survey). Dies erlaubte eine individuellere und altersgruppenspezifischere Ansprache und hatte zum Ziel, Rücklaufquoten vor allem bei den jüngeren und den gewerblichen Haltergruppen zu steigern.

Hierzu sind auf den Fragebogen ein Login sowie ein QR-Code aufgedruckt (s. Bild 11).

Das Login besteht immer aus 8 Buchstaben. Von der Interrogare GmbH wurden hierzu Zufallsbegriffe generiert. Anschließend wurden alle Buchstabenkombinationen ausgeschlossen, welche Begriffe mit negativer Bedeutung (z. B. Schimpfwörter oder sexistische/rassistische Begriffe) beinhalten, um keine Irritationen bei den zu befragenden Personen hervorzurufen.

An das Passwort werden folgende Anforderungen gestellt:

- 10 Zeichen,
- Großbuchstaben,
- Zahlen (ohne 0,1, und 0,1), bestehend aus mindestens 8 verschiedenen Zeichen,

Erhebung zum Kraftfahrzeugverkehr		
Bitte senden Sie den ausgefüllten Fragebogen zurück <b>oder</b> nutzen Sie die Online-Beantwortung	Internet: <a href="http://www.fle2014.de">www.fle2014.de</a> Login: <b>Freipsan</b> Passwort: <b>23N5F7HZVZ</b>	

**Bild 11:** Beispiel für einen Online-Login

- keine sich wiederholenden 2er Gruppen von Zeichen,
- hintereinanderfolgend nicht mehr als zwei gleiche Zeichen,
- nicht mehr als 3 Zeichen auf- oder absteigend.

Es werden nur minimale technische Anforderungen an den Browser gestellt, damit möglichst keine zu befragende Person aufgrund von technischen Rahmenbedingungen von der Onlinebefragung ausgeschlossen ist. So wurde die Kompatibilität mit allen gängigen Browsern sichergestellt und es ist z. B. nicht einmal notwendig, Java-Script aktiviert zu haben.

Das Design der Online-Erhebung ist auf Benutzerfreundlichkeit optimiert und deshalb bewusst einfach gehalten. Es wurde versucht, möglichst nur eine Frage oder maximal einen zusammengehörigen Fragenblock pro Bildschirm darzustellen (s. Bild 12 und 13).

## Erhebung zum Kraftfahrzeugverkehr



Bitte senden Sie den ausgefüllten Fragebogen zurück **oder** nutzen Sie die Online-Beantwortung

Internet: [www.fle2014.de](http://www.fle2014.de)  
 Login: **Freipsan**  
 Passwort: **23N5F7HZVZ**



Können Sie für das Fahrzeug mit dem Kennzeichen den aktuellen Tacho-Stand angeben?

**XX – XX 0000**

- Ja, denn dieses Fahrzeug ist
- zurzeit angemeldet
  - nur vorübergehend abgemeldet (aber noch nicht endgültig stillgelegt) seit: \_\_\_\_\_  
Tag/Monat/Jahr
- Nein, denn dieses Fahrzeug ist
- verkauft / umgeschrieben seit \_\_\_\_\_  
Tag/Monat/Jahr
  - aus dem Verkehr gezogen (verschrottet) seit \_\_\_\_\_  
Tag/Monat/Jahr
  - andere Gründe \_\_\_\_\_

Wichtig: Schicken Sie bitte den Fragebogen auf jeden Fall zurück, auch wenn Sie die nachfolgenden Fragen nicht beantworten können.

Die Antwort auf diese Frage ist besonders wichtig. Lesen Sie deshalb möglichst am

**Samstag, TT.MM.JJJJ**

den Tacho-Stand ab und schreiben Sie ihn in dieses Kästchen:

Tacho-Stand	abgelesen am
<input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>
nur ganze Kilometer	Tag/Monat/Jahr

Damit beim Lesen des von Ihnen eingetragenen Tacho-Stands keine Missverständnisse auftreten, kreuzen Sie bitte nochmals das zutreffende Kästchen an:

- Der Tachostand beträgt
- weniger als 10.000 km
  - 10.000 bis unter 100.000 km
  - 100.000 km und mehr

**Hinweis:** Im zweiten Fragebogen, den Sie in einigen Wochen erhalten werden, sollen Sie die Anzahl der im Ausland gefahrenen Kilometer im Zeitraum zwischen dem oben angegebenen Ablesetag und dem Ablesetag der zweiten Befragung angeben. Aus diesem Grund wäre es hilfreich, wenn Sie sich die Anzahl der im Ausland gefahrenen Kilometer notieren.

Wie viele Personen fahren das angegebene Fahrzeug regelmäßig oder gelegentlich?

- Nur ein Fahrer / eine Fahrerin
- Mehrere Fahrer / Fahrerinnen \_\_\_\_\_ (Anzahl)

Bitte wenden!

Bild 12: Fragebogen zur Halterbefragung



Können Sie für das Fahrzeug den aktuellen Tacho-Stand angeben?

**Ja, denn dieses Fahrzeug ist**

zurzeit angemeldet

nur vorübergehend abgemeldet (aber noch nicht endgültig stillgelegt)

**Nein, denn dieses Fahrzeug ist inzwischen**

verkauft / umgeschrieben

aus dem Verkehr gezogen (verschrottet)

andere Gründe

Weiter

**Bild 13:** Online-Fragebogen

### 3.4.8 Zusammenfassung der Änderungen gegenüber der Halterbefragung 2002

Obschon als Replikation der Halterbefragung 2002 angelegt, weist das Stichproben- und Erhebungsdesign der Halterbefragung 2014 einige Neuerungen auf, die wie folgt zusammengefasst werden können:

- Seit 2007 ist im ZFZR die Unterscheidung der „Außerbetriebsetzungen“ nach „vorübergehender Stilllegung“ und „Löschung“ nicht mehr möglich. Daraus resultiert ein sog. Coverage-Problem (Nichtübereinstimmung von Auswahl- und Grundgesamtheit), da im Gegensatz zu den Vorläuferprojekten die Stichprobe jetzt nur aus der Gesamtheit der am Ziehungstag angemeldeten Fahrzeuge gezogen werden kann. Diesem Aspekt wird durch eine spezielle Noncoverage-Untersuchung zur Halterbefragung 2014 Rechnung getragen (siehe Kapitel 3.6).
- Das Erhebungsverfahren wurde gegenüber 2002 vereinfacht durch Verzicht auf die 2. Erinnerung bei der Anfangsbefragung bei gleichzeitiger Erhöhung des Bruttostichprobenumfangs um ca. 8 %.
- Da Aussagen zur Fahrleistung von Pkw mit alternativen Antriebsarten möglich sein sollen, erhält das Schichtungsmerkmal „Antrieb“ bei der Fahrzeuggruppe Pkw mehr Ausprägungen und wird bei weiteren Fahrzeuggruppen eingeführt.
- Das Schichtungsmerkmal „Lkw-Aufbauart (Normal-/Spezialaufbau)“ muss entfallen, weil im Jahr 2009 und in der Folge noch einmal im Jahr 2011 die Ausprägungen der „Aufbauart“ geändert wurden.
- Als „neue“ Schichtungsmerkmale werden „Motorleistung“ und „zul. Gesamtgewicht“ verwendet. Ersteres ersetzt das Schichtungsmerkmal „Hubraum“ und das zweite löst „Nutzlast“ als Schichtungsmerkmal ab.
- Im Erhebungsbogen findet sich jetzt eine Frage zum Fahrzeugstandort, da der Fahrzeugstandort nicht mehr im ZFZR erfasst wird.
- Die Erhebungsbogen der Anfangsbefragung enthalten einen Hinweis darauf, dass in 10 Wochen erneut der Tachostand abgelesen werden soll und dann auch nach der Zahl der

zwischenzeitlich im Ausland gefahrenen km gefragt werden wird. Diese Modifikation soll die Datenqualität hinsichtlich der Auslandsfahrleistungen deutscher Kfz erhöhen.

- Zudem wird durch entsprechende Fragen bzw. weitere Antwortkategorien die Basis für die Abbildung aktueller Entwicklungen (wie beispielsweise der wachsenden Bedeutung von Fernlinienbussen und Fahrzeugen der sozialen Dienste) gelegt.
- Die wahrscheinlich gravierendste Änderung betrifft den Übergang zu einem sogenannten Mixed-Mode-Design, d. h. der Möglichkeit, nicht nur postalisch, sondern auch mittels Laptop, Smartphone etc. an der Erhebung teilnehmen zu können. Hierdurch wird dem veränderten Antwortverhalten bei Bevölkerungs- und Unternehmensbefragungen Rechnung getragen und der tendenziell sinkenden Teilnahmebereitschaft entgegengewirkt.

### 3.5 Erhebungsverlauf und Datenaufbereitung

#### 3.5.1 Feldverlauf – Schriftlich-postalische und Online-Befragung

Die Erhebungen wurden planmäßig mit dem Stichtag der Anfangsbefragung der 1. Befragungswelle am 7. Dezember 2013 gestartet. Über die gesamte Feldphase wurden alle erhebungsrelevanten Termine des Zeitplans (siehe Kapitel 3.4.2) vom KBA eingehalten. Auch bei der technischen Online-Umsetzung der Erhebung durch Interrogare und der termingerechten Übermittlung der Daten an das KBA gab es keinerlei Probleme.

#### 3.5.2 Rücklaufquoten

Dem reibungslosen Erhebungsverlauf entsprechend können zufriedenstellende Rücklaufquoten verzeichnet werden. So wurden beispielsweise in der ersten Welle insgesamt 25.788 Fahrzeughalter (Auswahlstichprobe) angeschrieben und gebeten, zum Stichtag ihre jeweiligen Tachostände einzutragen. Von diesen Personen antworteten 7.840 schriftlich auf den Originalversand, 4.608 schriftlich nach der ersten Erinnerung und 3.107 online.

Zur Berechnung der Rücklaufquoten wurden die Rückläufe mit dem Rücklaufmerkmal „postalisch (ohne Erinnerung)“, „postalisch (mit Erinnerung)“ und „online“ addiert und auf die zugehörige Versandmenge abzüglich der unzustellbaren Erhebungsbögen bezogen.

Die Datenbasis der in Tabelle 14 und Tabelle 15 dargestellten Zahlen ist der KBA-Rohdatensatz.

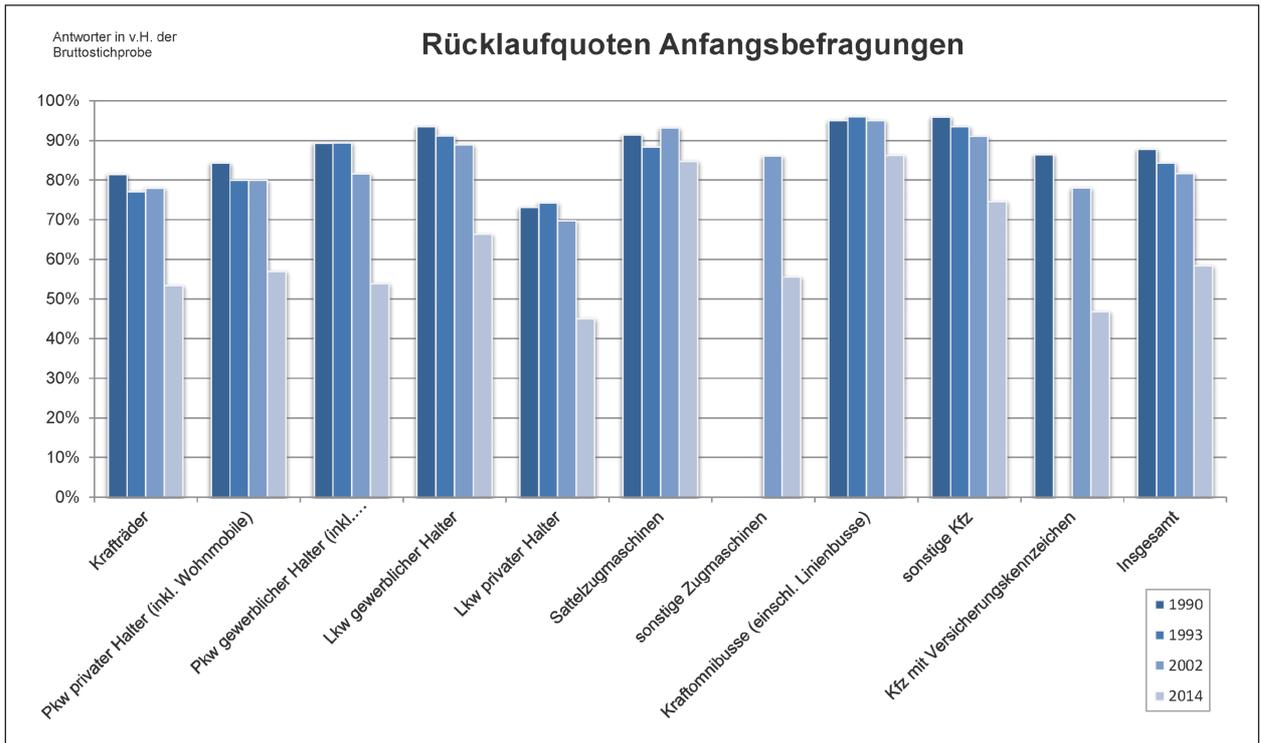
#### 3.5.3 Vergleich mit früheren Erhebungen

In Bild 14 und Bild 15 sind die Rücklaufquoten der Fahrleistungserhebungen 2014 im Vergleich zu 2002, 1993 und 1990 getrennt für die Anfangs- bzw. Schlussbefragung dargestellt.

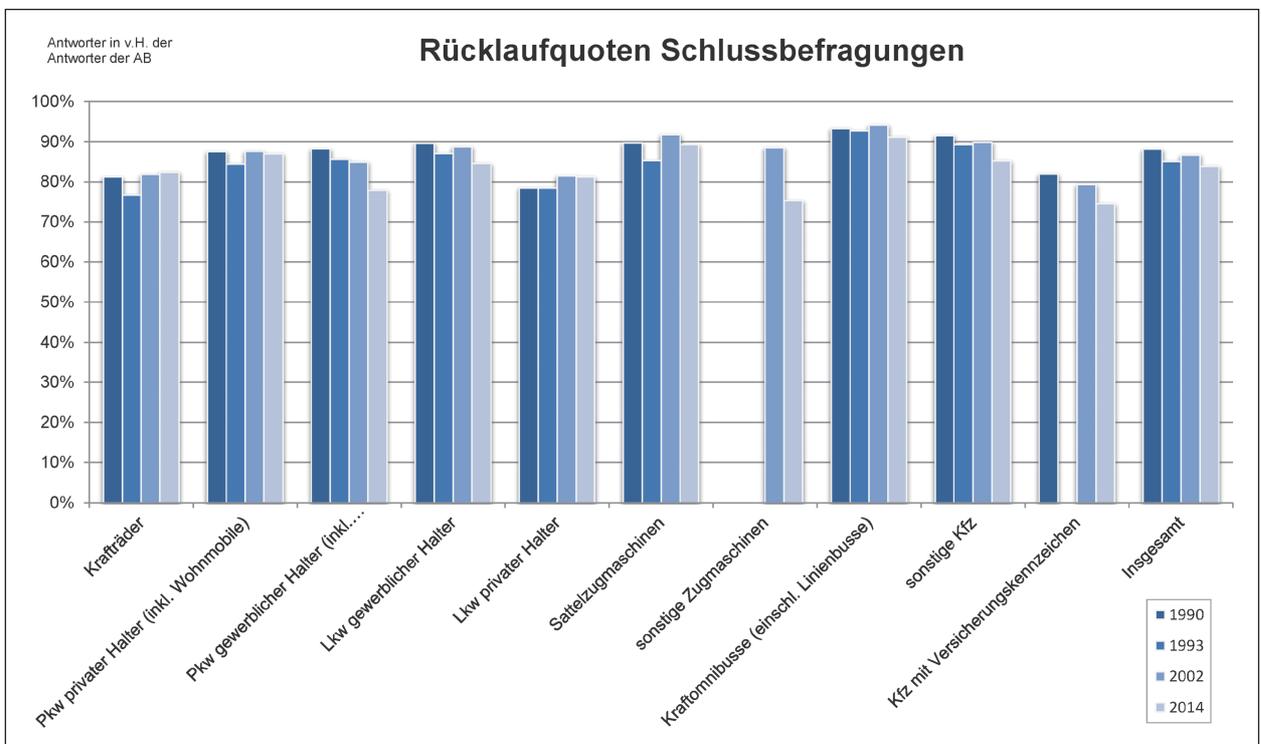
Man erkennt, dass sich die Rücklaufquoten der Anfangsbefragung 2014 um ca. 20 Prozentpunkte von denen früherer Fahrleistungserhebungen unterscheiden und je nach Welle zwischen 57 und 62 % liegen (vgl. Tabelle 14). Die Rücklaufquoten der Schlussbefragung 2014 hingegen liegen je nach Welle zwischen 83 und 85 % (vgl. Tabelle 15) und weichen damit insgesamt nur geringfügig von denen früheren Fahrleistungserhebungen ab.

Dies lässt den Schluss zu, dass es schwieriger geworden ist, Personen überhaupt für die Befragung zu gewinnen, aber diejenigen, welche dann überzeugt wurden, zum größten Teil auch wieder an der Schlussbefragung teilnehmen.

Insgesamt konnte eine erfreulich hohe Teilnahmebereitschaft verzeichnet werden, welche sogar leicht über den im Vorfeld angestrebten Werten liegt.



**Bild 14:** Rücklaufquoten der Anfangsbefragung der Fahrleistungserhebungen 1990, 1993, 2002 und 2014 gegliedert nach Fahrzeuggruppen



**Bild 15:** Rücklaufquoten der Schlussbefragung der Fahrleistungserhebungen 1990, 1993, 2002 und 2014 gegliedert nach Fahrzeuggruppen

Welle	Fz-Art		Versand- menge AB	Rücklauf						Rücklaufquote (in %)
				unzustellbar	postalisch (ohne Erinnerung)	postalisch (mit Erinnerung)	online	Verweigerung	kein Rücklauf	
1	Krafträder	Anzahl	1.352	86	321	235	164	16	530	56,9
	Private Pkw	Anzahl	8.200	309	2.452	1.508	841	87	3.003	60,8
	Gewerbliche Pkw	Anzahl	2.639	55	653	461	302	43	1.125	54,8
	Gewerbliche Lkw	Anzahl	4.537	77	1.638	825	624	68	1.305	69,2
	Private Lkw	Anzahl	3.585	113	771	681	268	44	1.708	49,5
	Sattelzugmaschinen	Anzahl	1.383	10	692	165	337	26	153	87,0
	Sonstige Zugmaschinen	Anzahl	924	33	261	199	84	61	286	61,1
	Omnibusse	Anzahl	757	8	395	106	168	0	80	89,3
	Sonstige Kfz	Anzahl	780	19	333	114	145	20	149	77,8
	Kfz mit Vers.kennz	Anzahl	1.631	56	328	314	170	39	724	51,6
	Gesamt	Anzahl	25.788	766	7.844	4.608	3.103	404	9.063	62,2
	%	100,0	3,0	30,4	17,9	12,0	1,6	35,1		
2	Krafträder	Anzahl	1.460	96	323	214	180	29	618	52,6
	Private Pkw	Anzahl	8.885	262	2.578	1.381	907	111	3.646	56,4
	Gewerbliche Pkw	Anzahl	3.016	59	724	499	393	60	1.281	54,6
	Gewerbliche Lkw	Anzahl	4.915	92	1.723	820	723	57	1.500	67,7
	Private Lkw	Anzahl	3.965	116	847	588	277	56	2.081	44,5
	Sattelzugmaschinen	Anzahl	1.416	6	716	134	348	30	182	85,0
	Sonstige Zugmaschinen	Anzahl	999	35	292	154	103	134	281	57,0
	Omnibusse	Anzahl	810	5	442	66	193	4	100	87,1
	Sonstige Kfz	Anzahl	824	23	334	101	180	28	158	76,8
	Kfz mit Vers.kennz	Anzahl	2.010	101	388	332	157	59	973	45,9
	Gesamt	Anzahl	28.300	795	8.367	4.289	3.461	568	10.820	58,6
	%	100,0	2,8	29,6	15,2	12,2	2,0	38,2		
3	Krafträder	Anzahl	1.502	106	285	273	166	28	644	51,9
	Private Pkw	Anzahl	8.790	291	2.276	1.585	791	110	3.737	54,7
	Gewerbliche Pkw	Anzahl	3.025	68	732	468	409	41	1.307	54,4
	Gewerbliche Lkw	Anzahl	4.951	93	1.773	782	706	89	1.508	67,1
	Private Lkw	Anzahl	3.761	145	629	708	263	63	1.953	44,2
	Sattelzugmaschinen	Anzahl	1.432	6	688	165	338	16	219	83,5
	Sonstige Zugmaschinen	Anzahl	981	39	252	176	77	144	293	53,6
	Omnibusse	Anzahl	799	15	400	66	203	13	102	85,3
	Sonstige Kfz	Anzahl	814	21	306	98	183	27	179	74,0
	Kfz mit Vers.kennz	Anzahl	2.073	39	386	384	220	68	976	48,7
	Gesamt	Anzahl	28.128	823	7.727	4.705	3.356	599	10.918	57,8
	%	100,0	2,9	27,5	16,7	11,9	2,1	38,8		
4	Krafträder	Anzahl	1.509	106	298	279	154	22	650	52,1
	Private Pkw	Anzahl	8.278	289	2.250	1.480	754	120	3.385	56,1
	Gewerbliche Pkw	Anzahl	3.245	60	759	498	409	73	1.446	52,3
	Gewerbliche Lkw	Anzahl	4.550	79	1.540	733	650	77	1.471	65,4
	Private Lkw	Anzahl	3.706	117	712	659	249	57	1.912	45,1
	Sattelzugmaschinen	Anzahl	1.305	7	656	120	319	17	186	84,4
	Sonstige Zugmaschinen	Anzahl	980	58	228	199	93	128	274	56,4
	Omnibusse	Anzahl	704	6	343	64	189	8	94	85,4
	Sonstige Kfz	Anzahl	720	18	228	103	171	32	168	71,5
	Kfz mit Vers.kennz	Anzahl	1.864	50	343	338	167	44	922	46,7
	Gesamt	Anzahl	26.861	790	7.357	4.473	3.155	578	10.508	57,5
	%	100,0	2,9	27,4	16,7	11,7	2,2	39,1		
5	Krafträder	Anzahl	1.500	95	369	222	169	30	615	54,1
	Private Pkw	Anzahl	8.165	289	2.465	1.266	754	132	3.259	56,9
	Gewerbliche Pkw	Anzahl	3.306	74	792	506	423	108	1.403	53,2
	Gewerbliche Lkw	Anzahl	4.521	77	1.522	705	617	94	1.506	64,0
	Private Lkw	Anzahl	3.600	116	705	537	259	80	1.903	43,1
	Sattelzugmaschinen	Anzahl	1.311	9	648	151	287	25	191	83,4
	Sonstige Zugmaschinen	Anzahl	957	34	264	140	83	137	299	52,8
	Omnibusse	Anzahl	712	8	345	63	183	6	107	83,9
	Sonstige Kfz	Anzahl	717	21	284	102	140	27	143	75,6
	Kfz mit Vers.kennz	Anzahl	2.003	58	370	310	178	75	1.012	44,1
	Gesamt	Anzahl	26.792	781	7.764	4.002	3.093	714	10.438	57,1
	%	100,0	2,9	29,0	14,9	11,5	2,7	39,0		
6	Krafträder	Anzahl	1.781	119	418	252	215	23	754	53,2
	Private Pkw	Anzahl	7.857	266	2.307	1.282	754	99	3.149	57,2
	Gewerbliche Pkw	Anzahl	3.532	78	837	520	500	79	1.518	53,8
	Gewerbliche Lkw	Anzahl	4.036	65	1.352	603	590	82	1.344	64,1
	Private Lkw	Anzahl	3.264	123	606	513	238	55	1.729	43,2
	Sattelzugmaschinen	Anzahl	1.455	10	683	146	402	32	182	85,2
	Sonstige Zugmaschinen	Anzahl	1.025	31	237	183	102	144	328	52,5
	Omnibusse	Anzahl	765	8	382	74	194	4	103	85,9
	Sonstige Kfz	Anzahl	861	28	307	118	173	30	205	71,8
	Kfz mit Vers.kennz	Anzahl	2.208	64	402	352	204	81	1.105	44,7
	Gesamt	Anzahl	26.784	792	7.531	4.043	3.372	629	10.417	57,5
	%	100,0	3,0	28,1	15,1	12,6	2,3	38,9		
Gesamt	Krafträder	Anzahl	9.104	608	2.014	1.475	1.048	148	3.811	53,4
	Private Pkw	Anzahl	50.175	1.706	14.328	8.502	4.801	659	20.179	57,0
	Gewerbliche Pkw	Anzahl	18.763	394	4.497	2.952	2.436	404	8.080	53,8
	Gewerbliche Lkw	Anzahl	27.510	483	9.548	4.468	3.910	467	8.634	66,3
	Private Lkw	Anzahl	21.881	730	4.270	3.686	1.554	355	11.286	45,0
	Sattelzugmaschinen	Anzahl	8.302	48	4.083	881	2.031	146	1.113	84,7
	Sonstige Zugmaschinen	Anzahl	5.866	230	1.534	1.051	542	748	1.761	55,5
	Omnibusse	Anzahl	4.547	50	2.307	439	1.130	35	586	86,2
	Sonstige Kfz	Anzahl	4.716	130	1.792	636	992	164	1.002	74,6
	Kfz mit Vers.kennz	Anzahl	11.789	368	2.217	2.030	1.096	366	5.712	46,8
	Gesamt	Anzahl	162.653	4.747	46.590	26.120	19.540	3.492	62.164	58,4
	%	100,0	2,9	28,6	16,1	12,0	2,1	38,2		

Tab. 14: Rücklaufquoten der Anfangsbefragung gegliedert nach Wellen

Welle	Fz-Art		Rücklauf- menge AB	Rücklauf						Rücklaufquote (in %)
				unzustellbar	postalisch (ohne Erinnerung)	postalisch (mit Erinnerung)	online	Verweigerung	kein Rücklauf	
1	Krafträder	Anzahl	720	4	361	87	136	5	127	81,6
	Private Pkw	Anzahl	4.801	21	2.879	500	774	26	601	86,9
	Gewerbliche Pkw	Anzahl	1.416	4	684	168	244	9	307	77,6
	Gewerbliche Lkw	Anzahl	3.087	11	1.663	354	591	15	453	84,8
	Private Lkw	Anzahl	1.720	11	932	236	188	12	341	79,3
	Sattelzugmaschinen	Anzahl	1.194	2	635	103	306	12	136	87,6
	Sonstige Zugmaschinen	Anzahl	544	2	266	84	53	38	101	74,4
	Omnibusse	Anzahl	669	1	385	46	169	4	64	89,8
	Sonstige Kfz	Anzahl	592	1	307	62	126	7	89	83,8
	Kfz mit Vers.kennz	Anzahl	812	6	380	105	107	10	204	73,4
	Gesamt	Anzahl	15.555	63	8.492	1.745	2.694	138	2.423	83,5
		%	100,0	0,4	54,6	11,2	17,3	0,9	15,6	
2	Krafträder	Anzahl	717	5	375	98	124	4	111	83,8
	Private Pkw	Anzahl	4.866	20	2.928	505	785	16	612	87,0
	Gewerbliche Pkw	Anzahl	1.616	3	776	183	291	12	351	77,5
	Gewerbliche Lkw	Anzahl	3.266	9	1.774	386	594	22	481	84,6
	Private Lkw	Anzahl	1.712	7	919	241	227	9	309	81,3
	Sattelzugmaschinen	Anzahl	1.198	4	673	114	298	7	102	90,9
	Sonstige Zugmaschinen	Anzahl	549	3	257	85	56	42	106	72,9
	Omnibusse	Anzahl	701	1	407	53	180	4	56	91,4
	Sonstige Kfz	Anzahl	615	2	307	86	146	5	69	87,9
	Kfz mit Vers.kennz	Anzahl	877	13	376	142	93	10	243	70,7
	Gesamt	Anzahl	16.117	67	8.792	1.893	2.794	131	2.440	84,0
		%	100,0	0,4	54,6	11,7	17,3	0,8	15,1	
3	Krafträder	Anzahl	724	4	368	111	122	5	114	83,5
	Private Pkw	Anzahl	4.652	39	2.825	485	691	29	583	86,7
	Gewerbliche Pkw	Anzahl	1.609	8	786	187	313	18	297	80,3
	Gewerbliche Lkw	Anzahl	3.261	14	1.744	380	593	29	501	83,7
	Private Lkw	Anzahl	1.600	13	879	226	208	7	267	82,7
	Sattelzugmaschinen	Anzahl	1.191	6	650	107	312	5	111	90,2
	Sonstige Zugmaschinen	Anzahl	505	8	259	76	49	26	87	77,3
	Omnibusse	Anzahl	669	5	349	66	183	0	66	90,1
	Sonstige Kfz	Anzahl	587	1	289	56	152	10	79	84,8
	Kfz mit Vers.kennz	Anzahl	990	4	506	125	144	11	200	78,6
	Gesamt	Anzahl	15.788	102	8.655	1.819	2.767	140	2.305	84,4
		%	100,0	0,6	54,8	11,5	17,5	0,9	14,6	
4	Krafträder	Anzahl	731	4	374	84	133	4	132	81,3
	Private Pkw	Anzahl	4.484	27	2.746	433	680	15	583	86,6
	Gewerbliche Pkw	Anzahl	1.666	13	752	206	304	23	368	76,3
	Gewerbliche Lkw	Anzahl	2.923	7	1.516	387	564	20	429	84,6
	Private Lkw	Anzahl	1.620	17	899	206	192	3	303	80,9
	Sattelzugmaschinen	Anzahl	1.095	3	589	89	271	8	135	86,9
	Sonstige Zugmaschinen	Anzahl	520	5	250	72	49	34	110	72,0
	Omnibusse	Anzahl	596	2	316	57	174	0	47	92,1
	Sonstige Kfz	Anzahl	502	3	224	60	133	5	77	83,6
	Kfz mit Vers.kennz	Anzahl	848	10	414	113	116	9	186	76,7
	Gesamt	Anzahl	14.985	91	8.080	1.707	2.616	121	2.370	83,3
		%	100,0	0,6	53,9	11,4	17,5	0,8	15,8	
5	Krafträder	Anzahl	760	10	367	97	151	3	132	82,0
	Private Pkw	Anzahl	4.485	20	2.713	423	698	8	623	85,9
	Gewerbliche Pkw	Anzahl	1.721	10	778	212	350	21	350	78,3
	Gewerbliche Lkw	Anzahl	2.844	15	1.527	310	548	27	417	84,3
	Private Lkw	Anzahl	1.501	9	781	194	213	6	298	79,6
	Sattelzugmaschinen	Anzahl	1.086	3	575	94	294	7	113	88,9
	Sonstige Zugmaschinen	Anzahl	487	3	241	90	46	21	86	77,9
	Omnibusse	Anzahl	591	1	300	46	187	1	56	90,3
	Sonstige Kfz	Anzahl	526	1	258	83	112	8	64	86,3
	Kfz mit Vers.kennz	Anzahl	858	14	422	100	104	13	205	74,2
	Gesamt	Anzahl	14.859	86	7.962	1.649	2.703	115	2.344	83,4
		%	100,0	0,6	53,6	11,1	18,2	0,8	15,8	
6	Krafträder	Anzahl	885	3	436	140	151	3	152	82,4
	Private Pkw	Anzahl	4.343	14	2.605	457	775	13	479	88,6
	Gewerbliche Pkw	Anzahl	1.857	9	821	238	370	18	401	77,3
	Gewerbliche Lkw	Anzahl	2.545	11	1.371	320	484	18	341	85,8
	Private Lkw	Anzahl	1.357	12	743	184	201	8	209	83,9
	Sattelzugmaschinen	Anzahl	1.231	1	670	123	323	5	109	90,7
	Sonstige Zugmaschinen	Anzahl	522	4	270	72	59	29	88	77,4
	Omnibusse	Anzahl	650	0	352	58	195	0	45	93,1
	Sonstige Kfz	Anzahl	598	7	264	87	151	12	77	84,9
	Kfz mit Vers.kennz	Anzahl	958	12	429	132	130	15	240	73,0
	Gesamt	Anzahl	14.946	73	7.961	1.811	2.839	121	2.141	84,8
		%	100,0	0,5	53,3	12,1	19,0	0,8	14,3	
Gesamt	Krafträder	Anzahl	4.537	30	2.281	617	817	24	768	82,4
	Private Pkw	Anzahl	27.631	141	16.696	2.803	4.403	107	3.481	86,9
	Gewerbliche Pkw	Anzahl	9.885	47	4.597	1.194	1.872	101	2.074	77,9
	Gewerbliche Lkw	Anzahl	17.926	67	9.595	2.137	3.374	131	2.622	84,6
	Private Lkw	Anzahl	9.510	69	5.153	1.287	1.229	45	1.727	81,2
	Sattelzugmaschinen	Anzahl	6.995	19	3.792	630	1.804	44	706	89,2
	Sonstige Zugmaschinen	Anzahl	3.127	25	1.543	479	312	190	578	75,2
	Omnibusse	Anzahl	3.876	10	2.109	326	1.088	9	334	91,1
	Sonstige Kfz	Anzahl	3.420	15	1.649	434	820	47	455	85,3
	Kfz mit Vers.kennz	Anzahl	5.343	59	2.527	717	694	68	1.278	74,5
	Gesamt	Anzahl	92.250	482	49.942	10.624	16.413	766	14.023	83,9
		%	100,0	0,5	54,1	11,5	17,8	0,8	15,2	

Tab. 15: Rücklaufquoten der Schlussbefragung gegliedert nach Wellen

### 3.5.4 Vergleich der Antwortmöglichkeiten schriftlich – Online

Wie in Bild 16 erkennbar ist, liegt der Anteil der Online-Antworter insgesamt bei 21 Prozent. Die höchsten Anteile wurden in der Fahrzeuggruppe „Kraftomnibusse“ verzeichnet (31 %). Insgesamt ist der Anteil der Online-Antworter über alle Wellen sehr konstant. Das neu etablierte Mixed-Mode-Design kann somit bereits jetzt als ein wichtiger Faktor zur Stabilisierung der Teilnahmebereitschaft angesehen werden.

Auch ein Blick auf die zeitliche Verteilung der Rückläufe ist interessant. Zunächst werden hierzu die Zugriffszahlen der Startseite der Online-Erhebung (<http://www.fle2014.de>) betrachtet werden.

Man erkennt, dass ein relativ regelmäßiges wiederkehrendes Muster vorliegt (siehe Bild 18). Dies ist, wie aus Bild 19 und Bild 20 erkennbar wird, auf das Erhebungsdesign und insbesondere auf die Lage der Stichtage der jeweiligen Tachostandsablesungen zurückzuführen (siehe Tabelle 9). So lag beispielsweise am 07.12.2013 der Stichtag der Anfangsbefragung der ersten Erhebungswelle (erster Peak in Bild 19) und am 11.01.2014 der Stichtag der 1. Erinnerung (zweiter Peak in Bild 19). Der Stichtag der Schlussbefragung der

ersten Welle war am 15.02.2014 (erster Peak in Bild 20) und der Stichtag der 1. Erinnerung lag am 15.03.2014 (zweiter Peak in Bild 20). Durch Überlagerung dieser beiden Schaubilder entsteht dann das in Bild 18 erkennbare Muster.

### 3.5.5 Datenprüfung und Datenbereinigung

Bedingt durch das Mixed-Mode-Design erfolgte die Datenprüfung und -bereinigung im Rahmen der Halterbefragung 2014 auf zwei Arten:

- Eingabe und Prüfung des schriftlich-postalischen Rücklaufes durch das KBA,
- programmtechnische Eingabeprüfung bei der Online-Befragung.

Diese beiden Formen der Sicherung der Datenqualität werden im Folgenden näher beschrieben:

#### 1. Datenprüfung und Datenbereinigung durch das KBA

Hierzu wurden im KBA verschiedene Maßnahmen ergriffen, deren wesentliche Bestandteile

- die laufende Überprüfung während der Bearbeitung eingehender Fragebogen (Eingabeplausibilisierung) und

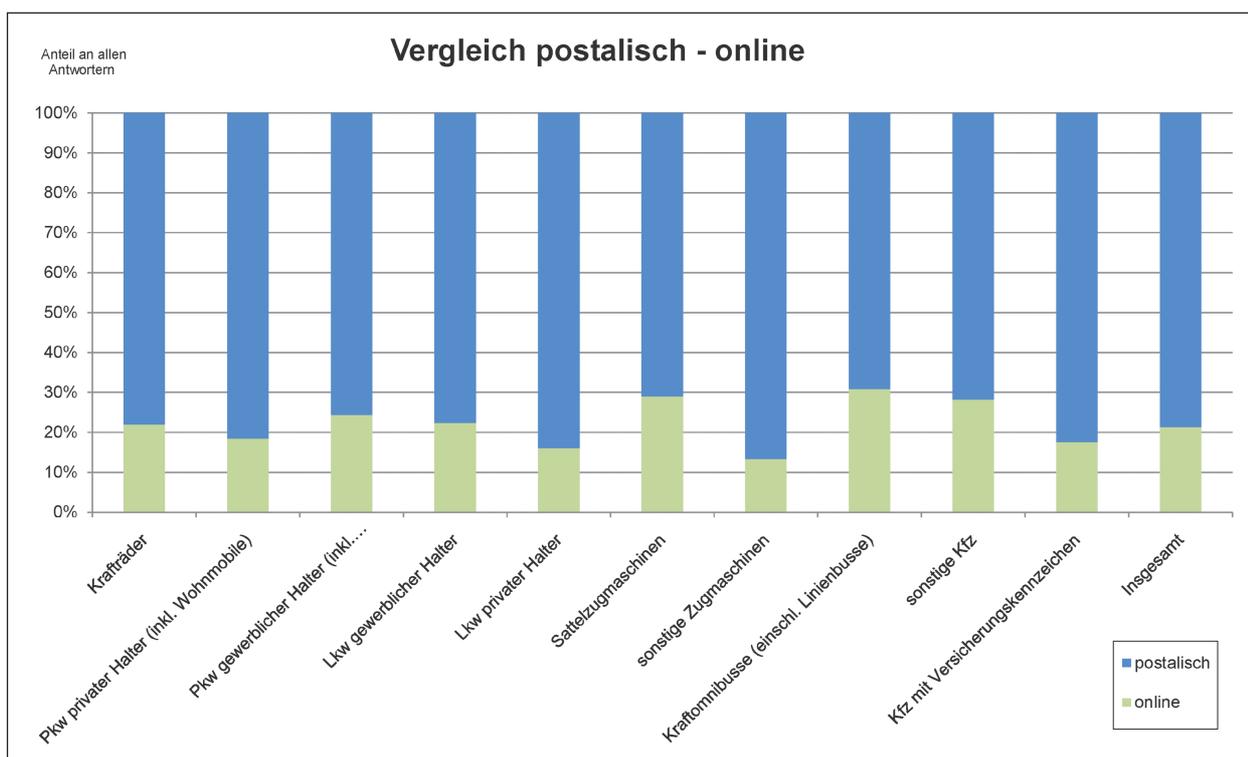


Bild 16: Rückläufe 2014: Anteil Online-Antworter gegliedert nach Fahrzeuggruppen

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'www.fle2014.de'. The page title is 'Fahrleistungserhebung 2014'. The main heading is 'Fahrleistungserhebung 2014'. Below the heading, there is a white box with the following text:

**Erhebung zum Kraftfahrzeugverkehr**

Herzlich willkommen!  
Dies ist die Startseite der deutschlandweiten Erhebung zum Kraftfahrzeugverkehr. Durch Klicken auf den Button "Fragebogen" gelangen Sie zur Erhebung des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA). Wir danken Ihnen herzlich für Ihre Teilnahme!

Below the text is a green button with the KBA logo and the text 'Fragebogen'. In the bottom right corner of the white box, there is a link for 'Impressum'. The background of the page is a photograph of a car driving on a highway.

Bild 17: Startseite der Online-Erhebung

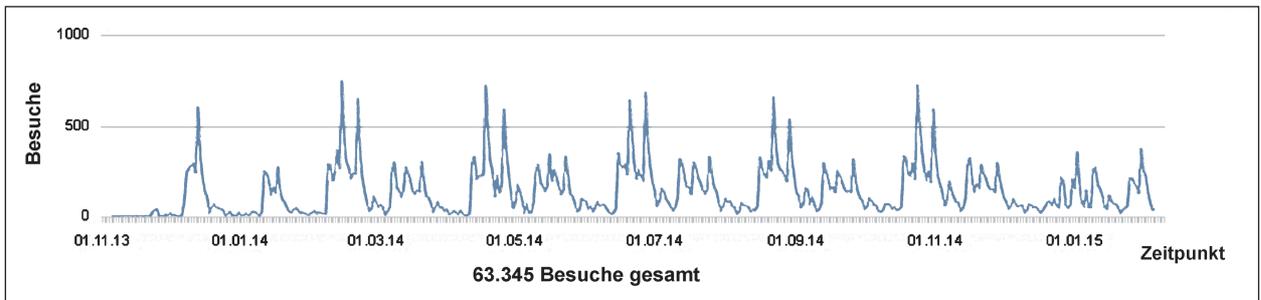


Bild 18: Zugriffszahlen der Startseite der Online-Erhebung

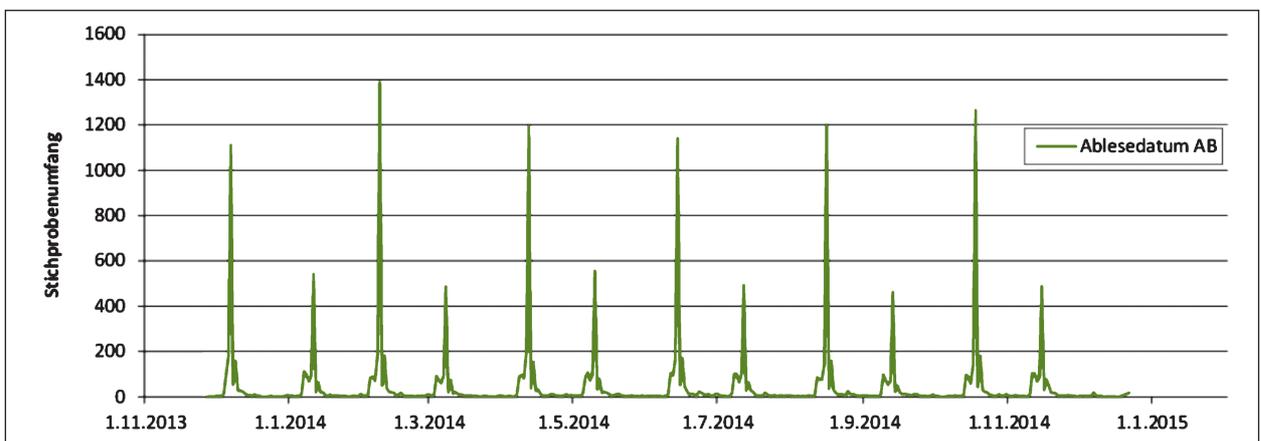


Bild 19: Zeitliche Verteilung der Stichprobe hinsichtlich des Ablesedatums der Anfangsbefragung

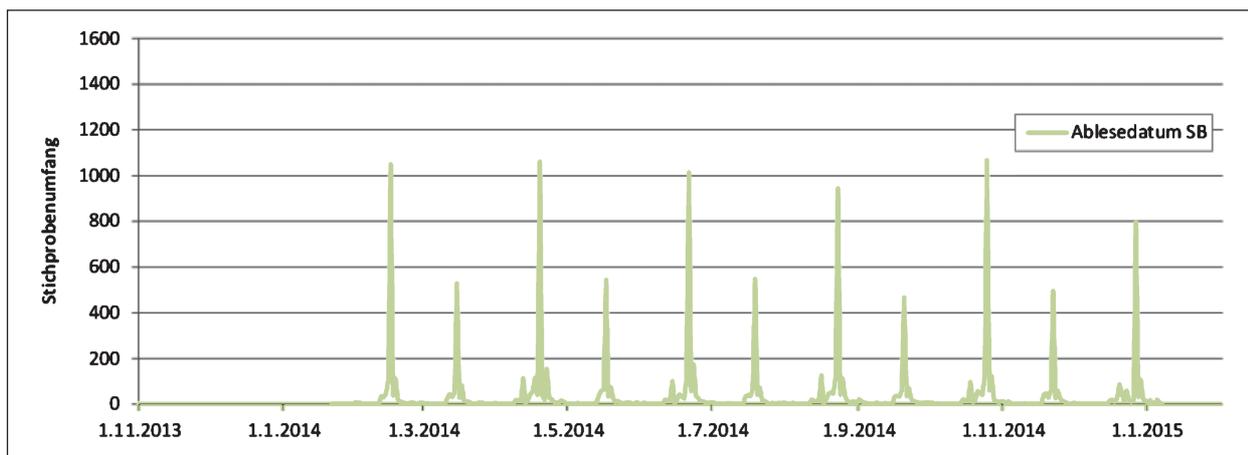


Bild 20: Zeitliche Verteilung der Stichprobe hinsichtlich des Ablese datums der Schlussbefragung

- die nachträgliche Überprüfung der in der KBA-Projekt datenbank enthaltenen Daten vor Übersendung der Rücklaufdateien an IVT (Rücklaufdatei-Plausibilisierung)

sind.

Die Eingabeplausibilisierung erfolgte programmtechnisch im Hintergrund, teilweise auch mittels eines Vergleichs von Angaben der Fahrzeughalter aus der Anfangs- und der Schlussbefragung. Dies umfasste u. a. die Überprüfung, ob

- die abgelesenen Tachostände sowohl der Anfangs- als auch der Schlussbefragung eingegeben wurden,
- der in der Anfangsbefragung bzw. Schlussbefragung angegebene Tachostand mit der jeweils dazugehörigen Kategorie der Kontrollfrage zum Tachometerstand (bei Pkw beispielsweise „weniger als 10.000 km“, „10.000 bis unter 100.000 km“ und „100.000 km und mehr“) übereinstimmte sowie einen Abgleich, ob
- das Datum der Ablesung des Tachostandes der Schlussbefragung nach dem entsprechenden Datum der Anfangsbefragung liegt, d. h. die Differenz zwischen dem Datum der Ablesung des Tachostandes der Schlussbefragung und der Anfangsbefragung kleiner als 0 Tage ist).

Neben der Eingabeplausibilisierung wurden erhebungsphasen- und wellenübergreifend Plausibilisierungen durchgeführt. Im Rahmen der Rücklaufdatei-Plausibilisierung wurden dabei zentrale, für den Ablauf und Steuerung des Projekts relevante Punkte wie Erinnerungsstatus, Rücklaufmerkmal sowie Inkonsistenzen im Befragungsstatus automatisiert und standardisiert überprüft. Letzteres

erfolgte insbesondere im Hinblick auf die Identifikation und Integration von „Nachzüglern“, d. h. Fragebögen, die erst nach Ende der Erhebungsphase, für die ein Halter angeschrieben wurde, eingegangen waren. Die von dieser Programmroutine identifizierten Fälle wurden mittels Sichtkontrolle manuell geprüft.

Das Ziel sowohl der Eingabeplausibilisierung als auch der Rücklaufdatei-Plausibilisierung war, zu prüfen, ob es sich bei Auffälligkeiten um fehlerhaft erfasste Daten handelte, die zu korrigieren waren oder um nicht plausibel erscheinende Angaben der Halter. War dies der Fall, wurde der entsprechende Eintrag in der KBA-Datenbank nicht verändert, sondern als überprüft markiert.

## 2. Datenprüfung während der Online-Eingabe

Bei der Online-Befragung wurde eine automatisierte Eingabeplausibilisierung vorgenommen, indem Plausibilitätsprüfungen direkt nach der Eingabe integriert waren. So konnte die befragte Person unmittelbar auf mögliche Fehler hingewiesen werden und hatte anschließend die Möglichkeit, diese zu korrigieren (siehe Bild 21).

Da die vom Befragten gemachten Angaben automatisch direkt in eine Datenbank übertragen wurden, konnten Erfassungsfehler ausgeschlossen werden. Weitere Details sind im zugehörigen Forschungsbericht beschrieben (siehe IVT 2015).

Zur Sicherstellung des Datenschutzes wurden die beiden Datensätze aus der schriftlich-postalischen Befragung und der Online-Befragung über eine ID-Variable verknüpft, sodass keine personenbezogenen Daten übertragen werden mussten.

Die Antwort auf diese Frage ist besonders wichtig. Lesen Sie deshalb möglichst am

**Samstag, 15.02.2014**

den Tacho-Stand ab und schreiben Sie ihn in dieses Kästchen:

✖ Ihre Eingaben passen nicht zusammen. Bitte überprüfen Sie Ihre Angaben

<b>Tacho-Stand</b>	<b>abgelesen am</b>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">50000</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">15.02.2014</div>
<small>nur ganze Kilometer</small>	<small>TT.MM.JJJJ</small>

Damit beim Lesen des von Ihnen eingetragenen Tacho-Stands keine Missverständnisse auftreten, kreuzen Sie bitte nochmals das zutreffende Kästchen an:

**Der Tachostand beträgt**

✖ Ihre Eingaben passen nicht zusammen. Bitte überprüfen Sie Ihre Angaben

- weniger als 10.000 km
- 10.000 bis unter 100.000 km
- 100.000 km und mehr

Zurück
Weiter

**Bild 21:** Plausibilitätsprüfungen der Online-Erhebung im Rahmen der Halterbefragung 2014

Die Zusammenführung der beiden Datensätze wurde vom KBA vorgenommen und die Projektdaten nach Abschluss aller sechs Wellen vom KBA an die IVT Research GmbH übermittelt.

AB: schriftlich	SB: schriftlich,
AB: schriftlich	SB: online,
AB: online	SB: schriftlich,
AB: online	SB: online.

### 3.5.6 Datenaufbereitung und Qualitätssicherung

Anschließend übernahm IVT die Datenaufbereitung und Qualitätsprüfung des Rohdatensatzes.

Zusammenfassend wurde folgendes Vorgehen gewählt:

#### Schritt 1

- Aufbereitung des vom KBA gelieferten Rohdatensatzes (u. a. Kombination von Offline- und Online-Datensatz; Mehrfachnennungen wurden nachträglich vom IVT unter fachlich-inhaltlichen Gesichtspunkten zusammengeführt, Zuspiegelung der Labels),
- Identifizierung von gültigen Datensätzen

Es werden alle Kombinationen aus schriftlich-postalisch und online zugelassen. Folgende Kombinationen sind möglich:

#### Schritt 2

- Plausibilisierung des Rohdatensatzes im Hinblick auf den von der befragten Person in der Anfangs- und Schlussbefragung genannten Tachostand und Ablesezeitpunkt,
- Berechnung der Fahrleistung pro Tag zu jedem Kfz aus der Länge des Berichtszeitraumes und der Fahrleistung im Berichtszeitraum (Differenz der beiden Tachostände),
- Einbeziehung der Abmeldetage im Berichtszeitraum in die Berechnungen der durchschnittlichen Tagesfahrleistung für jedes Kfz.

#### Schritt 3

- Eine weitere Plausibilisierung des Datensatzes erfolgte auf Basis des 99,5%-Quantils (alle Werte oberhalb des betreffenden Quantilswerts wurden

einer Einzelfallprüfung unterzogen). Dieses Verfahren wurde mit insgesamt 3 Iterationsstufen wiederholt. Zu beachten ist, dass bei der Fahrleistungserhebung 2002 bezüglich der Extremwerte eine Plausibilisierung ausschließlich über vorab festgelegte Abschneidegrenzen erfolgte.

Die auftretenden Fehler bei der Qualitätsprüfung unterschieden sich nicht wesentlich von denen, wie sie bereits 1990, 1993 und 2002 festzustellen waren. Zusammenfassend müssen neben Gründen, wie z. B. „keine Tachoangabe möglich“ weitere Unplausibilitäten angeführt werden:

### **Negative Fahrleistung**

Ein Gegenstand der Datenprüfung war die Fahrleistung, die durch Gegenüberstellung der bei der Anfangs- und Schlussbefragung angegebenen Tacho-Stände ermittelt wurde. Hierbei traten Fälle auf, bei denen die Berechnung der Fahrleistung einen negativen Wert ergab.

### **Fehlender Tacho-Stand**

In einigen Fällen konnte die Fahrleistung nicht ermittelt werden, weil die Angabe des Tacho-Stands entweder bei der Anfangsbefragung oder bei der Schlussbefragung oder auch bei beiden fehlte.

### **Fehlendes und unplausibles Ablesedatum**

Die Länge des Berichtszeitraums wurde durch die Gegenüberstellung der Ablesedaten aus der Anfangs- und der Schlussbefragung ermittelt. In einigen Fällen war dies nicht möglich, da das Ablesedatum (teilweise auch beide Datumsangaben) fehlte, falsch oder unvollständig angegeben wurde. Auch Fälle, in denen das Datum z. B. des Verkaufs in der Schlussbefragung nicht angegeben wurde, gehören zu dieser Kategorie.

Durch fehlerhafte Eingaben bei den Ablesedaten (Ablesedatum in Anfangs- bzw. Schlussbefragung) wurde ein nicht plausibler Berichtszeitraum ermittelt, der wiederum zu extrem hohen oder extrem niedrigen Fahrleistungen geführt hat. Diese Konstellation trat auffallend häufig bei Datensätzen der Welle 1 und Datensätzen der Welle 6 auf. Es handelte sich hierbei um Wellen die sich jeweils über einen Jahreswechsel (2013/2014 bzw. 2014/2015) erstreckten. Hier konnte in vielen Fällen durch eine entsprechende Korrektur der Jahreszahl des Ablesedatums eine plausible Fahrleistung berechnet werden.

### **Länge des Berichtszeitraums**

Wenn das Ablesen der Tachostände bei der Anfangs- und Schlussbefragung jeweils zum vorgegebenen Stichtag erfolgte, ergab dies einen Standard-Berichtszeitraum von 70 Tagen. Prinzipiell war in jedem Fragebogen das vorgegebene Datum abgedruckt; damit aber auch davon abweichende Angaben gemacht werden konnten, konnte in jedem Fragebogen das Ablesedatum nochmals eingetragen werden. Diese zusätzliche Eintragung wurde bei der Übernahme der Fragebogendaten immer übernommen, sodass aufgrund falscher Angaben auch negative Berichtszeiträume auftraten. Bei der Datenprüfung, die im Zusammenhang mit der Länge des Berichtszeitraums angestellt wurde, konnten jedoch auch Fälle beobachtet werden, bei denen der Berichtszeitraum erheblich länger war als vorgegeben. Dies war u. a. in der erweiterten Integration von „Nachzüglern“ begründet, wodurch plausible Einzelfälle mit Berichtszeiträumen größer als 200 Tage entstehen konnten.

### **Extreme Fahrleistungswerte**

Ein wichtiger Faktor bei der Plausibilisierung der Fahrleistungsdaten ist die Behandlung von „Ausreißern“. Das bisherige Verfahren sah fahrzeuggruppenspezifische Abschneidegrenzen vor: Liegt ein Fahrleistungswert über dieser Grenze, so bleibt der zugehörige Fahrzeugdatensatz bei der Berechnung des Schätzwerts für die Gesamtfahrleistung unberücksichtigt. Dabei wird implizit davon ausgegangen, dass alle Werte oberhalb der Grenze als „falsch“ anzusehen sind; in die Stichprobe gelangte Fahrzeuge mit (korrekter) außergewöhnlich hoher Fahrleistung werden bei diesem Verfahren fälschlicherweise nicht berücksichtigt. Die Problematik wird am Beispiel der Untergruppe Fernreisebusse besonders deutlich, wo extrem hohe mittlere Tagesfahrleistungen im Berichtszeitraum auftreten, an deren Richtigkeit aber nicht zu zweifeln ist. Um solche Fälle adäquat berücksichtigen zu können und dennoch nicht für jede kleine Teilgruppe eine eigene Abschneidegrenze festlegen zu müssen, wurde nach einem Verfahren gesucht, mit dem diesem Sachverhalt besser Rechnung getragen werden konnte.

Hier boten sich grundsätzlich zwei Vorgehensweisen an: Zum einen eine deutlich ausgeweitete Plausibilisierung im oberen Bereich der Fahrleistungswerte oder ähnlich wie bei der Erhebung der Inlandsfahrleistung eine sogenannte „Winsorisie-

nung“, d. h. Werte z. B. oberhalb des 99,5%-Quantils werden auf den betreffenden Quantilwert herabgesetzt. In Abstimmung mit dem forschungsbegleitenden Ausschuss wurden die Vor- und Nachteile abgewogen, wobei man sich relativ schnell für die Abkehr vom alten Verfahren entschied. Entscheidend hierbei war Folgendes: Es sollte vermieden werden, dass wegen fahrzeuggruppenspezifischer Abschneidegrenzen in speziellen Teilschichten einer Fahrzeuggruppe ggf. ein Großteil der Fahrzeuge wegen scheinbar „zu hoher“ Fahrleistungen fälschlicherweise aus der Stichprobe eliminiert wird; auch ein alternatives Verfahren, bei dem für jede der 151 Einzelschichten eine spezifische Abschneidegrenze festgelegt werden müsste, wurde verworfen. Gegen das letztgenannte Verfahren wurde vom forschungsbegleitenden Ausschuss eingewandt, dass ein schichtspezifisches Vorgehen mit bis zu 151 Einzelgrenzwerten nur schwer realisierbar wäre und kontroverse Diskussionen hervorrufen würde, da viele dieser Grenzwerte objektiv schwer bzw. überhaupt nicht festzulegen sind. Da eine Winsorisierung bereits eine noch detailliertere Plausibilisierung des Datensatzes erfordert, weil hier möglichst genau zwischen tatsächlich „falschen“ Datensätzen und solchen mit „korrekten“, aber ungewöhnlich hohen Werten unterschieden werden muss, entschied man sich, noch einen Schritt weiter zu gehen und die Plausibilisierung auf den gesamten oberen Fahrleistungsbereich auszuweiten. Dies bedeutete zwar einen deutlichen zeitlichen Mehraufwand zum bisherigen Verfahren, ermöglichte andererseits aber auch den kompletten Verzicht auf Abschneidegrenzen oder eine Winsorisierung.

### 3.5.7 Verwertbarkeit der Antworten

In Kapitel 3.5.2 wird ausschließlich die Anzahl der zurückgeschickten Fragebogen betrachtet. Wie im vorherigen Kapitel dargestellt, müssen diese Rückläufe aber nicht zwangsläufig verwertbar sein, da sie auch aufgrund fehlender bzw. unplausibler Angaben (z. B. kann das zentrale Merkmal des km-Stands fehlen) nicht in die Auswertungen eingehen können.

Tabelle 16 enthält die sich nach Datenaufbereitung und Qualitätsprüfung ergebenden „Nettostichprobenumfänge“ für die einzelnen Fahrzeuggruppen.

Von den insgesamt ca. 77.000 Befragten, die bei der Anfangs- und Schlussbefragung geantwortet

Fahrzeuggruppe	Stichprobenumfang	
	vor Bereinigung	nach Bereinigung
Krafträder	3.715	2.923
Pkw-privater Halter <sup>1</sup>	23.902	21.976
Pkw-gewerblicher Halter <sup>1</sup>	7.663	6.550
Lkw-gewerblicher Halter	15.106	13.523
Lkw-privater Halter	7.669	6.684
Sattelzugmaschinen	6.226	5.501
Sonstige Zugmaschinen	2.334	954
Busse	3.523	3.280
Sonstige Kfz	2.903	2.406
Kfz mit Versicherungskennzeichen	3.938	2.855
Summe	76.979	66.652
<sup>1</sup> inkl. Wohnmobile		

Tab. 16: Stichprobenumfang vor und nach der Datenbereinigung

haben, konnten letztendlich rund 67.000 Fälle in die Hochrechnung zur Fahrleistung einbezogen werden, dies entspricht einem Anteil von ca. 87 % für die Fahrleistungsschätzung verwertbaren Datensätzen. Die starke Reduzierung in der Fahrzeuggruppe „Sonstige Zugmaschinen“ liegt darin begründet, dass in dieser Schicht viele Fahrzeuge mit Betriebsstundenzähler enthalten sind, die für die Fahrleistungsschätzung nicht berücksichtigt werden können. Die prozentualen Anteile nach Fahrzeuggruppen sind in Tabelle 25 in Kapitel 4.1.1 dargestellt.

## 3.6 Noncoverage-Untersuchungen

### 3.6.1 Problemstellung

Wie in Kapitel 3.2.3 beschrieben, stimmt bei den einzelnen Wellen der Halterbefragung die Auswahlgesamtheit nicht vollständig mit der angestrebten Grundgesamtheit (Zielgesamtheit), über welche die Befragung Daten liefern soll, überein. Zum einen enthält die Auswahlgesamtheit Fahrzeuge, die nicht zur Zielgesamtheit gehören; zum anderen – und das ist der problematischere Fall – gibt es Fahrzeuge, die in der Auswahlgesamtheit fehlen, obwohl sie zur Zielgesamtheit gehören. Die Zielgesamtheit der Halterbefragung wird durch die Auswahlgesamtheit also nicht vollständig überdeckt. Der Frage, ob aus dieser Nichtüberdeckung (non-

coverage) eine Verzerrung der Hochrechnungsergebnisse (noncoverage bias) resultiert, ist Gegenstand der Noncoverage-Untersuchung zur Halterbefragung 2014.

### 3.6.2 Zielgesamtheit versus Auswahlgesamtheit

Für eine systematische Darstellung des zu untersuchenden Sachverhalts werden im Folgenden nochmals die wesentlichen Begriffe abgegrenzt. Dazu wird eine beliebige Welle  $w$  der Halterbefragung betrachtet ( $w = 1, \dots, 6$ ).

#### Zielgesamtheit

Gesamtheit der Fahrzeuge, die im ZFZR an mindestens 1 Tag im Bezugszeitraum der Welle  $w$  angemeldet sind (der Bezugszeitraum<sup>11</sup> einer Welle umfasst 60 bzw. 61 aufeinanderfolgende Kalendertage des Untersuchungsjahres). Nicht zur Zielgesamtheit zählen Anhänger sowie einige spezielle Teilgruppen von Kraftfahrzeugen.

#### Auswahlgesamtheit

Gesamtheit der Fahrzeuge, welche am Tag der Bestandssicherung für Welle  $w$  im ZFZR angemeldet sind (der Tag der Bestandssicherung liegt zeitlich vor dem Bezugszeitraum der entsprechenden Welle). Nicht zur Auswahlgesamtheit zählen die Fahrzeugarten, welche nicht zur Zielgesamtheit gehören. Die Auswahlgesamtheit wird unter Verwendung von ZFZR-Merkmalen vor der Stichprobenziehung in Schichten zerlegt.

#### Stichprobe

Menge der nach der Methode der geschichteten Zufallsauswahl aus der Auswahlgesamtheit der Welle  $w$  gezogenen Fahrzeuge. Die Stichprobe stellt somit eine Teilmenge der am Tag der Bestandssicherung im ZFZR angemeldeten Fahrzeuge dar.

#### Erhebungsdaten

Für die in die Stichprobe der Welle  $w$  gelangten Fahrzeuge liegen – soweit die betreffenden Fahrzeughalter geantwortet haben – nach Durchführung der Befragung Angaben zur Fahrleistung im Berichtszeitraum sowie zur Zahl der Anmelde tage im Berichtszeitraum vor, woraus die Variable Fahrleistung pro Anmelde tag gebildet wird. Als Berichts-

zeitraum gilt der Zeitraum zwischen den beiden Tachostandsablesungen, deren Termine durch den Erhebungsplan vorgegeben sind. Aus stichprobentheoretischer Sicht wäre es ideal, wenn der Berichtszeitraum der Fahrzeuge mit dem Bezugszeitraum der Welle, zu welcher sie gehören, übereinstimmen würde. Unter erhebungsorganisatorischen Gesichtspunkten sind im Erhebungsplan aber Tachostandsablesung im Abstand von 70 Tagen vorgesehen. Aus verschiedenen Gründen (z. B. Antwort bei Schlussbefragung erst nach Erinnerung) sind in der Stichprobe die fahrzeugspezifischen Berichtszeiträume letztlich ungleich lang; auch variiert ihre kalenderzeitliche Lage in gewissem Umfang. Gleichwohl wird im Rahmen der Hochrechnung für jedes Stichprobenfahrzeug der Wert der Variablen Fahrleistung pro Anmelde tag dem Bezugszeitraum derjenigen Welle zugeordnet, zu welcher das Fahrzeug gehört.

Vor diesem Hintergrund ist klar, dass Ziel- und Auswahlgesamtheit der Halterbefragung nicht identisch sind:<sup>12</sup> Während erst am Ende des Bezugszeitraums einer Welle feststeht, welche Fahrzeuge zur Zielgesamtheit der Welle gehören, handelt es sich bei der Auswahlgesamtheit – und damit auch bei der Stichprobe – um eine Bestandsgesamtheit, die sich auf einen zeitlich vor dem Bezugszeitraum der Welle liegenden Stichtag bezieht. Der angesprochene Sachverhalt wird in Tabelle 17 veranschaulicht.

Nach dem Schema in Tabelle 17 bilden die Teilgruppen A und B die Zielgesamtheit und die Teil-

<sup>11</sup> Vom Bezugszeitraum der Welle zu unterscheiden ist der Berichtszeitraum für ein einzelnes Fahrzeug, welches in Welle  $w$  ausgewählt wird. Die Länge des Berichtszeitraums entspricht der Zeitspanne zwischen der durch den Stichprobenplan vorgegebenen 1. und 2. Tachostandsablesung; diese Zeitspanne beträgt standardmäßig 70 Tage, doch variiert in der Erhebungspraxis die Länge des Berichtszeitraums von Fahrzeug zu Fahrzeug. Für die in die Stichprobe gelangten Fahrzeuge wird zum einen die Fahrleistung und zum anderen die Zahl der Anmelde tage im Berichtszeitraum ermittelt. Aus den Stichprobendaten der Welle  $w$  wird getrennt nach Schichten die Fahrleistung pro Anmelde tag geschätzt. Die betreffenden schichtspezifischen Schätzwerte werden dann im Rahmen der Hochrechnung der Gesamtfahrleistung (Verhältnisschätzung) multiplikativ mit der jeweils zugehörigen Gesamtzahl der auf den Bezugszeitraum der Welle  $w$  entfallenden Fahrzeuganmelde tage verknüpft.

<sup>12</sup> Die Nichtübereinstimmung von Ziel- und Auswahlgesamtheit ist kein auf die Halterbefragung beschränktes Phänomen. Es tritt bei praktisch allen Verkehrsbefragungen (z. B. MiD) auf und ist auch für viele wirtschaftsstatistische Erhebung charakteristisch (vgl. KRUG et al. (1999), S. 166-169).

Fahrzeug...	mit Anmeldezeiten im Bezugszeitraum	ohne Anmeldezeiten im Bezugszeitraum	Insgesamt
am Tag der Bestandssicherung angemeldet	Teilgruppe A	Teilgruppe C	Auswahlgesamtheit der Halterbefragung
am Tag der Bestandssicherung nicht angemeldet	Teilgruppe B	Teilgruppe D	-
Insgesamt	Zielgesamtheit der Halterbefragung	-	-

Tab. 17: Bei der Noncoverage-Untersuchung zu unterscheidende Teilgruppen von Fahrzeugen

gruppen A und C die Auswahlgesamtheit der Halterbefragung. Teilgruppe D muss im Folgenden nicht weiter betrachtet werden, da Fahrzeuge dieser Gruppe weder zur Zielgesamtheit gehören noch in die Stichprobe gelangen können.

### 3.6.3 Noncoverage-Probleme

Unter Berücksichtigung von Fahrzeugbestandsdaten für die Jahre vor 2007, wo vorübergehend abgemeldete Fahrzeuge noch gesondert ausgewiesen werden konnten, ist die Teilgruppe A (am Tag der Bestandssicherung angemeldete Fahrzeuge mit Anmeldezeiten im nachfolgenden Bezugszeitraum) mit Sicherheit die zahlenmäßig stärkste der hier interessierenden Fahrzeuggruppen A, B und C. Man kann also davon ausgehen, dass die meisten Fahrzeuge der Auswahlgesamtheit zur Zielgesamtheit gehören und umgekehrt die meisten Fahrzeuge der Zielgesamtheit in der Auswahlgesamtheit enthalten sind. Gleichwohl kann die Nichtübereinstimmung von Ziel- und Auswahlgesamtheit nicht von vorneherein vernachlässigt werden.

Im vorliegenden Kontext sind zwei Sachverhalte voneinander zu trennen:

- Auswahlgesamtheit ist gegenüber Zielgesamtheit überhöht: Fahrzeuge der Teilgruppe C (am Tag der Bestandssicherung angemeldete Fahrzeuge, welche im nachfolgenden Bezugszeitraum durchgängig abgemeldet sind) gehören zur Auswahlgesamtheit, nicht aber zur Zielgesamtheit. Bei der Stichprobenziehung besitzen Fahrzeuge der Teilgruppe C somit eine positive Auswahlchance, obwohl diese Teilgruppe nicht zur Zielgesamtheit gehört. Grund für die Nichtzugehörigkeit zur Zielgesamtheit ist die Außerbetriebsetzung des Fahrzeugs nach dem Tag der Bestandssicherung ohne anschließende Wiederzulassung vor Ende des Bezugszeitraums der Welle. Dabei ist es unerheblich, ob es

sich um eine endgültige Außerbetriebsetzung handelt oder um eine vorübergehende Außerbetriebsetzung, bei welcher die Wiederzulassung des Fahrzeugs erst nach dem Ende des Bezugszeitraums der Welle erfolgt.

- Auswahlgesamtheit überdeckt Zielgesamtheit nicht vollständig: Fahrzeuge der Teilgruppe B (am Tag der Bestandssicherung nicht angemeldete Fahrzeuge mit Anmeldezeiten im nachfolgenden Bezugszeitraum) gehören zur Zielgesamtheit, sind aber in der Auswahlgesamtheit nicht enthalten. Bei der Stichprobenziehung besitzen Fahrzeuge der Teilgruppe B somit keine Auswahlchance, obwohl diese Teilgruppe zur Zielgesamtheit gehört. Die in der Auswahlgesamtheit fälschlicherweise fehlenden Fahrzeuge gliedern sich in zwei verschiedene Gruppen:
  - (1) am Tag der Bestandssicherung vorübergehend abgemeldete Fahrzeuge, die vor Ende des Bezugszeitraums der Welle wieder angemeldet werden (Wiederzulassung nach vorübergehender Außerbetriebsetzung);
  - (2) Fahrzeuge, die nach dem Tag der Bestandssicherung erstmals im ZFZR angemeldet<sup>13</sup> und nicht sofort<sup>14</sup> wieder abgemeldet werden (Erstzulassung nach dem Tag der Bestandssicherung).

Dass die Auswahlgesamtheit überhöht ist, bereitet bei der Hochrechnung keine besonderen Schwierigkeiten.

<sup>13</sup> Erstmalige Registrierung in Deutschland von fabrikneuen Fahrzeugen sowie von Fahrzeugen, die bisher nur im Ausland zugelassen waren.

<sup>14</sup> Neufahrzeuge die vor Beginn des Bezugszeitraums der Welle wieder abgemeldet werden (Kurzzulassungen) und bei denen die Wiederzulassung erst nach Ende des Bezugszeitraums der Welle erfolgt, gehören nicht zur Zielgesamtheit.

rigkeiten: In die Auswahl gelangte Fahrzeuge ohne Anmeldezeiten im jeweiligen Bezugszeitraum können anhand ihrer Erhebungsmerkmale (Filterfragen) identifiziert und beim hier verwendeten Verfahren der Verhältnisschätzung (Mittelwert der Verhältnisse) aus der Stichprobe gestrichen werden. Da diese Fahrzeuge keine Anmeldezeiten im Bezugszeitraum der Welle aufweisen, fließen ihre Daten nicht in die Schätzung der Fahrleistung pro Anmelde-tag ein. Auch tragen diese Fahrzeuge nicht zum Totalwert des Hilfsmerkmals „Gesamtzahl der Fahrzeuganmeldetage im Bezugszeitraum der Welle“ bei.

Die unvollständige Überdeckung der Zielgesamtheit durch die Auswahlgesamtheit ist demgegenüber problematisch: Die unter Verwendung exogener Eckwerte zur Gesamtzahl der Fahrzeuganmeldetage im Bezugszeitraum auf Stichprobengrundlage geschätzte Gesamtfahrleistung ist nur dann (asymptotisch) unverzerrt, wenn sich in der Zielgesamtheit die Fahrleistung pro Anmelde-tag zwischen den beiden Teilgruppen A (Kfz mit Auswahlchance) und B (Kfz ohne Auswahlchance) nicht unterscheidet. In diesem Fall sind die in die Stichprobe gelangten Fahrzeuge der Teilgruppe A nicht nur für die Teilgruppe A der Zielgesamtheit, sondern auch für die Teilgruppe B der Zielgesamtheit, die in der Stichprobe ja nicht vertreten ist, „repräsentativ“. Weicht dagegen in der Zielgesamtheit die Fahrleistung pro Anmelde-tag zwischen den Teilgruppen A (überdeckter Teil der Zielgesamtheit) und B (nicht überdeckter Teil der Zielgesamtheit) ab, so ist der Schätzer für die Gesamtfahrleistung mit einem systematischen Fehler behaftet (Coverage-Bias).

### 3.6.4 Noncoverage-Bias

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf eine beliebige Welle der Halterbefragung und eine beliebige Schicht von Fahrzeugen. Um die Schreibweise nicht unnötig zu verkomplizieren, wird auf eine Indizierung der Wellen und Schichten verzichtet.

Bezeichnet man mit  $R_i = Y_i / X_i$  die Fahrleistung pro Anmelde-tag für ein beliebiges Fahrzeug der Zielgesamtheit, so ist

$$\bar{R} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i / X_i)$$

das arithmetische Mittel der Verhältnisswerte  $R_i$  in der Zielgesamtheit. Ganz entsprechend kann man

mit  $\bar{R}_c$  bzw.  $\bar{R}_{nc}$  das arithmetische Mittel der fahrzeugspezifischen Verhältnisswerte „Fahrleistung pro Anmelde-tag“ im überdeckten (covered) bzw. nicht überdeckten (noncovered) Teil der Zielgesamtheit bezeichnen.

Wenn man mit  $a_c$  die Überdeckungsrate, d. h. den von der Auswahlgesamtheit überdeckten Anteil der Zielgesamtheit bezeichnet (Fahrzeuge, welche sowohl zur Zielgesamtheit als auch zur Auswahlgesamtheit gehören, bezogen auf alle Fahrzeuge der Zielgesamtheit), so gilt

$$\bar{R} = a_c \bar{R}_c + (1 - a_c) \bar{R}_{nc}.$$

Ausgehend hiervon leitet sich die folgende, aus dem Noncoverage-Fehler resultierende Verzerrung (Noncoverage-Bias) des Schätzers für den Mittelwert  $\bar{R}$  ab (vgl. z. B. LESSLER und KALSBECK, 1992):

$$B_{nc} = (1 - a_c)(\bar{R}_c - \bar{R}_{nc}).$$

Der systematische Fehler der Schätzung ist demnach umso größer,

- je größer der von der Auswahlgesamtheit nicht überdeckte Teil der Zielgesamtheit ist und
- je stärker sich das arithmetische Mittel der fahrzeugspezifischen Verhältnisswerte „Fahrleistung je Anmelde-tag“ zwischen dem überdeckten und dem nicht überdeckten Teil der Zielgesamtheit unterscheidet.

### Zahlenbeispiel zur Illustration

Es seien 10 % der Fahrzeuge, die im Bezugszeitraum einer Welle Anmeldezeiten aufweisen, am Tag der Bestandssicherung außer Betrieb gesetzt. In der Zielgesamtheit möge für das arithmetische Mittel der Verhältnisswerte „Fahrleistung pro Anmelde-tag“ Folgendes gelten:

35 km/Tag bei den in der Auswahlgrundlage erfassten Fahrzeugen,

30 km/Tag bei den in der Auswahlgrundlage nicht erfassten Fahrzeugen.

Unter diesen Annahmen beträgt der Gesamtmittelwert in der Zielgesamtheit

$$\bar{R} = 0,9 \times 35 + (1 - 0,9) \times 30 = 34,5.$$

Da der Gesamtmittelwert  $\bar{R}$  auf Basis einer Stichprobe geschätzt wird, die nur aus dem überdeckten

Teil der Zielgesamtheit stammt, wo der Mittelwert  $\bar{R}_c$  beträgt, weist im Zahlenbeispiel der Schätzer für  $\bar{R}$  den folgenden Noncoverage-Bias auf:

$$B_{nc} = (1 - 0,9)(35 - 30) = 0,5.$$

Im Durchschnitt fallen hier also Schätzungen der Fahrleistung pro Anmeldetag um 0,5 km/Tag zu hoch aus. Der aus der unvollständigen Überdeckung der Zielgesamtheit resultierende relative Noncoverage-Bias beträgt somit

$$RB_{nc} = (1 - 0,9)(35 - 30) / 34,5 = 0,014.$$

Unter den Annahmen des Zahlenbeispiels bewirkt die Unvollständigkeit der Auswahlgrundlage (sie überdeckt nur 90 % der Zielgesamtheit) eine systematische Überschätzung des Gesamtmittelwerts der Fahrleistung pro Anmeldetag um 1,4 %.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, mit welchem Noncoverage-Bias man bei der Halterbefragung 2014 rechnen muss.

### 3.6.5 Quantifizierung der Überdeckungsrate

Für eine Quantifizierung des Noncoverage-Bias bei der Halterbefragung muss die Überdeckungsrate  $a_c$  sowie die Mittelwertdifferenz  $\bar{R}_c - \bar{R}_{nc}$  zahlenmäßig abgeschätzt werden.

Unter Bezugnahme auf Tabelle 17 ist bei einer beliebigen Welle der Halterbefragung die Überdeckungsrate durch

$$a_c = N_A / (N_A + N_B)$$

gegeben, wobei  $N_A$  den Umfang der Teilgesamtheit A und  $N_B$  den Umfang der Teilgesamtheit B bezeichnet. Da die Größen  $N_A$  und  $N_B$  unbekannt sind (ihre Ermittlung würde aufwendige Sonderauswertungen des ZFZ R nach Ablauf des Bezugszeitraums der betreffenden Welle voraussetzen), lässt sich die Überdeckungsrate nur im Rahmen eines Szenarios zum An- und Abmeldeverhalten der Fahrzeughalter angeben.

Das hier entwickelte Szenario führt letztlich zur Vierfeldertafel (s. Tabelle 18).

Von den in der Vierfeldertafel dargestellten relativen Häufigkeiten sind die Zeilensummen (Anteil der bei Bestandssicherung angemeldeten bzw. vorübergehend abgemeldeten Fahrzeuge) am besten empirisch abgesichert: Zum Jahresbeginn 2007, als in der amtlichen Fahrzeugstatistik die vor-

Fahrzeug ...	mit Anmeldezeiten im Bezugszeitraum	ohne Anmeldezeiten im Bezugszeitraum	Insgesamt
angemeldet bei Bestandssicherung	87	1	88
nicht angemeldet bei Bestandssicherung	6	6	12
Insgesamt	93	7	100

Tab. 18: Hypothetische Vierfeldertafel mit Gliederung der Fahrzeuge nach Anmeldestatus bei Bestandssicherung und Anmeldezeiten im Bezugszeitraum

übergehend abgemeldeten Fahrzeuge letztmalig noch zum Fahrzeugbestand zählten, waren – ohne nennenswerte Unterschiede zwischen den einzelnen Fahrzeuggruppen – rund 12 % aller Kraftfahrzeuge vorübergehend abgemeldet.<sup>15</sup> Im Szenario wird unterstellt, dass die Wiederzulassungsrate<sup>16</sup> sich seit 2007 nicht verändert hat und demgemäß die stichtagsbezogene Abmeldequote von 12 % auch heute noch gilt.

Nach den Ergebnissen der Halterbefragung haben nur sehr wenige der bei Bestandssicherung angemeldeten und in die Stichprobe gelangten Fahrzeuge keine Anmeldezeiten im Bezugszeitraum der betreffenden Welle (unter 1 %). In der Vierfeldertafel wurde deshalb die relative Randhäufigkeit von 88 % im Verhältnis 87:1 auf die Felder mit bzw. ohne Anmeldezeiten im Bezugszeitraum aufgeteilt.

Von den bei Bestandssicherung vorübergehend abgemeldeten Fahrzeugen wurde angenommen, dass jedes zweite Fahrzeug Anmeldezeiten im Bezugszeitraum aufweist.<sup>17</sup> In der Vierfeldertafel wurde deshalb die entsprechende relative Randhäufigkeit von 12 % im Verhältnis 6:6 auf die Felder mit bzw. ohne Anmeldezeiten im Bezugszeitraum aufgeteilt.

<sup>15</sup> Stilllegungsfrist 18 Monate. Vgl. Verkehr in Zahlen 2014/2015, S. 132, Fußnote 1

<sup>16</sup> Jährliche Zahl der Wiederzulassungen bezogen auf die jährliche Zahl der Abmeldungen.

<sup>17</sup> Dies ist gleichbedeutend mit der Annahme, dass die Hälfte der am Tag der Bestandssicherung vorübergehend abgemeldeten Fahrzeuge erst nach mehr als 60 Tagen wieder angemeldet wird. In Ermangelung von Daten über die Dauer von vorübergehenden Außerbetriebsetzungen erschien dies als plausibelste Annahme.

Für die Halterbefragung 2014 erhält man unter diesem Szenario die Überdeckungsrate

$$a_c = 87 / (87 + 6) = 0,94 = 94 \%$$

Diese Rate kann, wie oben ausgeführt, für alle Fahrzeuggruppen unterstellt werden.

### Anmerkung

Würde man die Randhäufigkeit von 12 % nicht im Verhältnis 6:6 sondern im Verhältnis 1:11 bzw. 11:1 aufteilen, so ergäbe sich eine Überdeckungsrate von 99 bzw. 89 %. Diese Sensitivitätsbetrachtung zeigt, dass in jedem Fall nur ein kleiner Teil der zur Zielgesamtheit der Halterbefragung gehörenden Fahrzeuge keine Auswahlchance besitzt.

### 3.6.6 Quantifizierung des Mittelwertunterschieds

Neben der Überdeckungsrate  $a_c$  bestimmt der Mittelwertunterschied

$$\bar{R}_c - \bar{R}_{nc}$$

den Noncoverage-Bias. Da die Fahrzeugstichprobe aus dem überdeckten Teil der Zielgesamtheit gezogen wird, kann mit den Daten der Halterbefragung naturgemäß nur der Mittelwert  $\bar{R}_c$  geschätzt werden.

Die Schätzung der Mittelwertdifferenz  $\bar{R}_c - \bar{R}_{nc}$  sollte idealerweise auf Daten beruhen, die im Sinne einer Kohortenstudie etwas darüber aussagen, wie groß bei den am Tag der Bestandssicherung angemeldeten bzw. vorübergehend abgemeldeten Fahrzeugen die Fahrleistung pro Anmelde tag im Bezugszeitraum ist. Dazu müsste aus der Gesamtheit der am Tag der Bestandssicherung angemeldeten (Kohorte 1) und der vorübergehend abgemeldeten (Kohorte 2) Fahrzeuge eine Zufallsstichprobe gezogen und die betreffenden Fahrzeuge über den Bezugszeitraum der Welle hinweg im Hinblick auf die Merkmale Fahrleistung und Zahl der Anmelde tage beobachtet werden. Da die am Tag der Bestandssicherung vorübergehend abgemeldeten Fahrzeuge im ZFZR als solche nicht identifizierbar sind, kommt ein solches am epidemiologischen Kohortendesign orientiertes methodisches Vorgehen leider nicht in Betracht.

Mit den vorliegenden Daten kann ersatzweise aber immerhin untersucht werden, ob die Fahrleistung je Anmelde tag ( $R_i = Y_i / X_i$ ) ganz allgemein vom An-

und Abmeldeverhalten der Fahrzeughalter<sup>18</sup> abhängt. Sollte eine solche Abhängigkeit bestehen (Fahrleistung pro Anmelde tag im Berichtszeitraum steigt bzw. sinkt mit der Zahl der Abmelde tage<sup>19</sup> des Fahrzeugs in einem definierten Referenzzeitraum), so spräche dies für einen Mittelwertunterschied zwischen den Teilgesamtheiten A und B der Zielgesamtheit<sup>20</sup>, der im Rahmen der Hochrechnung ggf. korrigiert werden müsste.

Die Untersuchung zum Mittelwertunterschied wird in der Weise durchgeführt, dass die im Rahmen der Halterbefragung erhobenen Daten (insb. Fahrleistung des Fahrzeugs im Berichtszeitraum) nachträglich um Registerinformationen zur Zahl der Abmelde tage der Stichprobenfahrzeuge in einem – dem Tag der Bestandssicherung vor- oder nachgelagerten – Referenzzeitraum ergänzt werden (die Informationen zur vorübergehenden Außerbetriebsetzung der Stichprobenfahrzeuge werden im Rahmen einer ZFZR-Sonderauswertung gewonnen). Gruppiert man nun die Fahrzeuge nach der Zahl ihrer Abmelde tage im Referenzzeitraum, so kann statistisch geprüft werden, ob die Fahrleistung pro Anmelde tag im Berichtszeitraum von der Zahl der Abmelde tage im Referenzzeitraum abhängt.

Für die Abgrenzung des Referenzzeitraums gibt es verschiedene Möglichkeiten. Naheliegend sind die folgenden Festlegungen:

- a) Referenzzeitraum = letzte 12 Monate vor der Bestandssicherung (retrospektiv),
- b) Referenzzeitraum = erste 6 Monate<sup>21</sup> nach der Bestandssicherung (prospektiv).

<sup>18</sup> Gemeint ist die vorübergehende Außerbetriebsetzung von Fahrzeugen.

<sup>19</sup> Zahl der Tage, an denen das Fahrzeug vorübergehend außer Betrieb gesetzt ist (Zeitspanne zwischen Abmeldung und Wiederezulassung).

<sup>20</sup> Je mehr Abmelde tage ein Fahrzeug innerhalb eines Jahres aufweist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Fahrzeug am Tag der Bestandssicherung abgemeldet ist und somit zum nicht überdeckten Teil B der Zielgesamtheit gehört. Da die Teilgesamtheit B also überproportional viele Fahrzeuge mit Abmeldezeiten im Jahresverlauf enthält, käme es für den Fall, dass Fahrzeuge mit Abmeldezeiten eine niedrigere bzw. höhere Fahrleistung pro Anmelde tag besitzen als Fahrzeuge ohne Abmeldezeiten, zu einem Mittelwertunterschied zwischen den Teilgesamtheiten A und B der Zielgesamtheit.

<sup>21</sup> Hätte man beim „prospektiven“ Ansatz auch einen 12-monatigen Referenzzeitraum gewählt, so hätte sich die Ergänzung der Stichprobendaten (Hinzufügen der Zahl der Abmelde tage im Referenzzeitraum) und damit die Noncoverage-Untersuchung zeitlich zu stark verzögert.

Da bei diesem Untersuchungsansatz letztlich der Zusammenhang zwischen der im (relativ kurzen) Berichtszeitraum erbrachten Fahrleistung pro Anmelde tag und der auf den (relativ langen) Referenzzeitraum bezogenen Abmeldedauer des Fahrzeugs untersucht wird, lassen sich die Ergebnisse – mit der gebotenen Vorsicht – auf diejenigen Fahrzeuge der Teilgesamtheit B übertragen, bei denen die Auswahlchance gleich Null ist, weil sie am Tag der Bestandssicherung vorübergehend abgemeldet<sup>22</sup> sind.

Unterscheidet man nur grob Stichprobenfahrzeuge mit und ohne Abmeldezeiten in den letzten 12 Monaten vor der Bestandssicherung, so zeigt sich bei der zahlenmäßig bedeutsamsten Fahrzeuggruppe „Pkw privater Halter“ das dargestellte Resultat in Tabelle 19.

Das Resultat für die Fahrzeuggruppe „Sattelzugmaschinen“ ergibt sich aus Tabelle 20.

Wie man sieht, ist der Anteil der Fahrzeuge mit Abmeldezeiten im Referenzzeitraum je nach Fahrzeuggruppe unterschiedlich. Gemeinsam ist den Fahrzeuggruppen aber, dass der Median der Fahrleistung pro Anmelde tag im Berichtszeitraum sich zwischen Fahrzeugen mit und ohne Abmeldezeiten im Referenzzeitraum (letzte 12 Monate vor Bestandssicherung) nicht gravierend unterscheidet.<sup>23</sup>

Fahrzeuge mit Abmeldezeiten haben im Vergleich zu Fahrzeugen ohne Abmeldezeiten eine 20 % (Pkw privater Halter) bzw. 10 % (Sattelzugmaschinen) höhere Fahrleistung. Dieser empirische Be-

Abmeldezeiten im Referenzzeitraum	Anzahl Fahrzeuge	Median der Fahrleistung pro Anmelde tag
nein	18.381	27,4 km/Tag
ja	3.625	32,9 km/Tag

Tab. 19: Median der Fahrleistung pro Anmelde tag gegliedert nach Abmeldezeiten im Referenzzeitraum (Pkw privater Halter)

Abmeldezeiten im Referenzzeitraum	Anzahl Fahrzeuge	Median der Fahrleistung pro Anmelde tag
nein	3.764	268,7 km/Tag
ja	1.737	296,6 km/Tag

Tab. 20: Median der Fahrleistung pro Anmelde tag gegliedert nach Abmeldezeiten im Referenzzeitraum (Sattelzugmaschinen)

fund gibt keinen Anlass zu der Befürchtung, dass sich die Fahrleistung je Anmelde tag zwischen dem überdeckten und nicht überdeckten Teil der Zielgesamtheit „dramatisch“ unterscheiden könnte. Mit einem Mittelwertunterschied  $\bar{R}_c - \bar{R}_{nc}$ , der zu einem nennenswerten Noncoverage-Bias führen würde, ist bei der Halterbefragung also nicht zu rechnen.

Wegen der hohen Überdeckungsrate (ca. 94 %) hätte auch ein gravierender Mittelwertunterschied, für dessen Vorhandensein es wie gesagt keine Anhaltspunkte gibt, nur eine relativ geringe Verzerrung der Hochrechnung zur Folge. Wenn z. B. in einer Fahrzeuggruppe im überdeckten Teil der Zielgesamtheit der Fahrleistungsmittelwert bei 35 km/Tag läge und im nicht überdeckten Teil bei 52,5 km/Tag, so ergäbe sich der absolute Noncoverage-Bias -1,05 km/Tag und der relative Noncoverage-Bias -0,029. Dieses Extrembeispiel zeigt Folgendes: Selbst wenn die Fahrleistung der Fahrzeuge ohne Auswahlchance um 50 % (!) über der Fahrleistung der Fahrzeuge mit Auswahlchance liegt, wird die mittlere Fahrleistung je Anmelde tag nur um 2,9 % unterschätzt.

### 3.6.7 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse der Noncoverage-Untersuchungen

Für viele statistische Untersuchungen zur Nutzung von Kraftfahrzeugen ist das beim KBA geführte Zentrale Fahrzeugregister (ZFZR) zweifellos die bestgeeignete Auswahlgrundlage. Bei der Beurteilung der Datenqualität ist aber gleichwohl stets der Frage nachzugehen, ob der Umstand, dass der ZFZR-Bestand jeweils nur die am betreffenden Stichtag angemeldeten (und nicht zusätzlich auch die vorübergehend abgemeldeten) Fahrzeuge enthält, zu einem Noncoverage-Bias führt.<sup>24</sup>

Für die Halterbefragung im Rahmen der Fahrleistungserhebung 2014 kann eine ins Gewicht fal-

<sup>22</sup> Dies ist der Großteil der Fahrzeuge ohne Auswahlchance. Die ebenfalls zur Teilgesamtheit B gehörenden Fahrzeuge mit Erstzulassung nach dem Tag der Bestandssicherung können wegen ihrer deutlich geringeren Anzahl in diesem Zusammenhang vernachlässigt werden.

<sup>23</sup> Verwendet man anstelle des Medians das arithmetische Mittel als Lagemaß, so erhält man ein ähnliches Ergebnis.

<sup>24</sup> Ob ein Noncoverage-Bias vorliegt, müsste im Übrigen auch bei Halterbefragungen mit einem Auswahlatz von 100 % (!) untersucht werden.

lende Verzerrung wegen Nichtübereinstimmung von Auswahl- und Zielgesamtheit ausgeschlossen werden:

- Der Anteil der zur Zielgesamtheit einer Welle gehörenden Fahrzeuge, die wegen vorübergehender Außerbetriebsetzung keine Auswahlchance besitzen, ist klein (Größenordnung ca. 6 %).
- Die Zahl der zur Zielgesamtheit einer Welle gehörenden Neufahrzeuge, die für die betreffende Welle keine Auswahlchance besitzen, weil sie erst nach der Stichprobenziehung zugelassen werden, ist zu vernachlässigen.
- Es gibt keinerlei Hinweise darauf, dass sich die Fahrleistung je Anmeldetag im Berichtszeitraum zwischen Fahrzeugen mit und ohne Auswahlchance so gravierend unterscheiden könnte, dass daraus ein nicht zu vernachlässigender Noncoverage-Bias resultiert.

Eine Einführung entsprechender Korrekturfaktoren in das Hochrechnungsverfahren ist demnach nicht erforderlich.

### 3.7 Nonresponse-Untersuchungen

#### 3.7.1 Methodisches Grundkonzept

Bei Befragungen – gleichgültig ob diese als Vollerhebung oder Stichprobe durchgeführt werden – ist stets mit „Antwortausfällen“ zu rechnen, die zu Verzerrungen bei den Erhebungsergebnissen führen können. Dabei muss zwischen dem Ausfall von Einheiten der Bruttostichprobe (sog. Unit-Nonresponse) und dem Fehlen von Angaben zu bestimmten Erhebungsmerkmalen bei den Einheiten der Nettostichprobe (sog. Item-Nonresponse) unterschieden werden.

Geht man von der Modellvorstellung aus, dass sich die Grundgesamtheit vom Umfang  $N$  aus  $N_1$  antwortbereiten und  $N_2$  nicht antwortbereiten Einheiten zusammensetzt und bezeichnet man mit  $\bar{Y}_1$  bzw.  $\bar{Y}_2$  den Mittelwert des interessierenden Untersuchungsmerkmals in den beiden Teilgesamtheiten der Grundgesamtheit, so ist bei einfacher Zufallsauswahl die Verzerrung (Bias) des Schätzers für den Gesamtmittelwert  $\bar{Y}$  des Untersuchungsmerkmals<sup>25</sup> durch

$$B = \frac{N_2}{N} (\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)$$

gegeben (vgl. z. B. BIEMER und LYBERG, 2003, S. 80-85). Die Verzerrung des Schätzers für den Gesamtmittelwert durch Unit-Nonresponse ist demnach umso stärker,

- je größer der Anteil der nicht antwortbereiten Einheiten in der Grundgesamtheit ist und
- je größer der Mittelwertunterschied zwischen der Teilgesamtheit der antwortbereiten und der Teilgesamtheit der nicht antwortbereiten Einheiten der Grundgesamtheit ausfällt.

Zur Quantifizierung der Verzerrung  $B$  muss der Anteil  $N_2 / N$  der nicht antwortbereiten Einheiten in der Grundgesamtheit und der Mittelwertunterschied  $\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2$  zwischen den Teilgesamtheiten der antwortbereiten und nicht antwortbereiten Einheiten in der Grundgesamtheit bekannt sein.

Als Schätzwert für  $N_2 / N$  kann man die empirische Nonresponse-Quote verwenden. Der Mittelwertunterschied  $\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2$  bleibt demgegenüber unbekannt, da die Stichprobendaten nur Informationen über  $\bar{Y}_1$  nicht jedoch über  $\bar{Y}_2$  liefern, es sei denn, dass aus anderen Datenquellen eine näherungsweise Quantifizierung von  $\bar{Y}_2$  bzw.  $\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2$  möglich ist (COCHRAN, 1977, S. 360-361).

Im Fall der Halterbefragung 2014 stellt das Zentrale Fahrzeugregister des Kraftfahrt-Bundesamts eine solche Datenquelle dar, da dieses Register in Verbindung mit der Bruttostichprobe die Schätzung der Mittelwertdifferenz  $\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2$  für bestimmte Fahrzeug- und Haltermerkmale erlaubt.

#### 3.7.2 Anwendung des Nonresponse-Modells auf die Halterbefragung

Bei der Halterbefragung 2014 sind für alle in die Auswahl gelangten Fahrzeuge – also unabhängig davon, ob geantwortet wurde oder nicht – die Ausprägungen der ZFZR-Merkmale des Fahrzeugs und des Fahrzeughalters bekannt. Dies eröffnet die Möglichkeit, auf Basis der Bruttostichprobe fahrzeugbezogene Grundgesamtheitskenngrößen wie z. B.:

<sup>25</sup> Der Schätzer für den Gesamtmittelwert kann naturgemäß nur auf Basis einer Stichprobe aus der Teilgesamtheit der antwortbereiten Einheiten berechnet werden.

- mittlere Anzahl der früheren Fahrzeughalter, d. h. ohne den derzeitigen Halter (kurz Anzahl „Vorbesitzer“ des Fahrzeugs),
- mittlere Höchstgeschwindigkeit in km/h oder
- mittleres Alter der Fahrzeuge in Jahren

in Untergliederung nach antwortbereiten und nicht antwortbereiten Fahrzeughaltern zu schätzen.<sup>26</sup> Die Ausprägung des Gliederungsmerkmals „Antwortbereitschaft ja/nein“ hängt hierbei davon ab, ob für das betreffende Fahrzeug bei der Halterbefragung geantwortet wurde oder nicht.<sup>27</sup>

Es versteht sich, dass die Schätzung solcher Kenngrößen von ZFZR-Merkmalen – auch was die Schätzung des Standardfehlers angeht – am Auswahlverfahren der Bruttostichprobe<sup>28</sup> auszurichten ist. Als Designgewichte sind also diejenigen der Bruttostichprobe zu verwenden (Kehrwert des Auswahlgesetzes, d. h. Verhältnis zwischen Gesamtzahl der Fahrzeuge und Zahl der ausgewählten Fahrzeuge differenziert nach Schichten). Näheres zur Schätzung von Total- und Mittelwerten für Untergruppen der Grundgesamtheit bei geschichteter Zufallsauswahl findet man z. B. bei COCHRAN, 1977, S. 142-144.

Wenn die Differenz  $\bar{y}_1 - \bar{y}_2$  der Schätzungen sich deutlich von null unterscheidet, so kann die Hypothese  $H_0: \bar{Y}_1 - \bar{Y}_2 = 0$  zugunsten der Alternativhypothese  $H_0: \bar{Y}_1 - \bar{Y}_2 \neq 0$  abgelehnt werden, was gleichbedeutend damit ist, dass sich in der Grundgesamtheit aller Fahrzeuge die betreffende Kenngröße zwischen antwortbereiten und nicht antwortbereiten Fahrzeughaltern unterscheidet. Die Differenz  $d = \bar{y}_1 - \bar{y}_2$  ist dabei eine Schätzung für den wahren Mittelwertunterschied  $D = \bar{Y}_1 - \bar{Y}_2$ , dessen Kenntnis Voraussetzung für eine Quantifizierung der Verzerrung durch Unit-Nonresponse ist.

Für den Fall, dass es sich beim betrachteten Registermerkmal um ein dichotomes Merkmal handelt (z. B. Zulassung des Fahrzeugs im Bundesland A ja/nein), entspricht der oben dargestellte Mittelwertvergleich dem Vergleich von zwei Anteilswerten.

Für das bei der Halterbefragung vorrangig interessierende Analysemerkmal, nämlich die Fahrleistung je Anmelde-tag, ist ein solcher Mittelwertvergleich natürlich nicht möglich, da in der Bruttostichprobe die Ausprägung dieses Merkmals in der Untergruppe der Fahrzeuge, deren Halter nicht geantwortet hat, fehlt. Gleichwohl liefert die oben beschriebene Analyse, die ja für ganz unterschiedliche ZFZR-Merkmale durchgeführt werden kann, empirisch fundierte Informationen darüber, ob und wenn ja in welchem Maße mit Verzerrungen durch Antwortausfälle beim eigentlich interessierenden Analysemerkmal „Fahrleistung je Anmelde-tag“ zu rechnen ist.

Bei der FLE-Halterbefragung 2014 wurde auf eine empirische Untersuchung von Nichtantwortern verzichtet. Begründet ist dies vor allem darin, dass nach den Ergebnissen einer umfangreichen Nichtantworterbefragung im Rahmen der Halterbefragung KiD 2010 bei Merkmalen des Fahrzeugeinsatzes nicht mit Verzerrungen durch Nonresponse zu rechnen ist: Fehlende Antwortbereitschaft von Fahrzeughaltern kann vielerlei Ursachen haben, doch gehört die Fahrleistung des Fahrzeugs nicht dazu.

Im Rahmen einer speziellen Nonresponse-Erhebung wurden für zufällig ausgewählte Fahrzeuge von KiD-Nichtantwortern Einsatzdaten auf telephonischem Wege erhoben. Durch die Angaben, welche die „konvertierten“ KiD-Nichtantworter im Rahmen des Telefoninterviews gemacht haben, liegen für die untersuchten Fahrzeuggruppen (Pkw sowie Lkw bis einschließlich 3,5 t Nutzlast, private und gewerbliche Halter) auch Informationen über denjenigen Teil der Fahrzeuggesamtheit vor, der durch die Antworterstichprobe nicht repräsentiert wird (Fahrzeuge mit nicht antwortbarem Halter). Wie durch entsprechende statistische Analysen gezeigt wurde, gibt es im Hinblick auf die untersuchten Fahrzeugeinsatzkennzahlen (Einsatzquote, mittlere tägliche Fahrtenhäufigkeit) keine signifikanten Unterschiede zwischen den Fahrzeugen von KiD-Antwortern und konvertierten KiD-Nichtantwortern. Ceteris paribus werden Fahrzeuge von antwortbereiten und nicht antwortbereiten Kfz-Haltern also gleich eingesetzt.

<sup>26</sup> Kennzahlen von ZFZR-Merkmalen sind für die Gesamtheit aller angemeldeten Fahrzeuge bekannt (Auszählung des Registers). In Untergliederung nach antwortbereiten und nicht antwortbereiten Fahrzeughaltern können diese Kennzahlen nur geschätzt werden (Hochrechnung der Bruttostichprobe).

<sup>27</sup> Während es sich bei „Anzahl Vorbesitzer“, „Höchstgeschwindigkeit“ und „Alter des Fahrzeugs“ um Registermerkmale handelt, ist „Antwortbereitschaft ja/nein“ als Erhebungsmerkmal zu interpretieren, dessen Ausprägung sich aus dem Teilnahmeverhalten der Befragten ergibt.

<sup>28</sup> Geschichtete Zufallsauswahl mit schichtspezifischen Auswahlgesetzen

### Ergänzende Anmerkungen

Quantifizierungen des Zusammenhangs zwischen Registermerkmalen von Fahrzeugen und der Antwortbereitschaft der zugehörigen Fahrzeughalter auf Basis der Bruttostichprobe sind auch mithilfe von Regressionsmodellen möglich. Bei diesem Analyseansatz stellt das jeweils als Zielgröße betrachtete Registermerkmal (z. B. Anzahl Vorbesitzer des Fahrzeugs) die abhängige Variable dar. Erklärende Variable ist das Merkmal „Befragungsteilnahme des Fahrzeughalters ja/nein“. Zusätzlich zum Merkmal Befragungsteilnahme können bestimmte ZFZR-Merkmale im Sinne von Kontrollvariablen in das Modell einbezogen werden. Der Regressionskoeffizient der Null-Eins-Variablen Befragungsteilnahme zeigt an, wie stark und in welcher Richtung sich der Grundgesamtheitsmittelwert des betrachteten ZFZR-Zielmerkmals (z. B. Anzahl Vorbesitzer des Fahrzeugs) zwischen den Teilgesamtheiten der Fahrzeuge mit bzw. ohne antwortbereitem Fahrzeughalter unterscheidet. Ist die ZFZR-Zielvariable selbst dichotom (z. B. Zulassung des Fahrzeugs im Bundesland A ja/nein), so ist ein entsprechendes Logit-Modell zu verwenden.

#### 3.7.3 Quantifizierung des Nonresponse-Effekts durch Hochrechnung von Registermerkmalen

Im Folgenden wird auf Basis der Daten der Bruttostichprobe untersucht, ob und wie sich die Fahrzeuge der „Antworter“ – also Fahrzeuge, bei denen der betreffende Kfz-Halter an der Anfangs- und Schlussbefragung teilgenommen hat – von den Fahrzeugen der „Nichtantworter“ unterscheiden. Lassen sich systematische Unterschiede nachweisen, so sind ggf. Strukturanpassungen zur Verzerrungskorrektur (nachträgliche Schichtung) ins Auge zu fassen.<sup>29</sup> Soweit die Antwortbereitschaft mit Merkmalen korreliert, die zur Schichtung der Auswahlgesamtheit dienen, sind derartige Anpassungen nicht erforderlich, da die Hochrechnung der FLE-Halterbefragung standardmäßig getrennt nach Schichten erfolgt.

Für unterschiedliche ZFZR-Merkmale wurde auf Basis der Bruttostichprobe nach dem oben beschriebenen Verfahren der Mittel- bzw. Anteilswert untergliedert nach Antwort- und Nichtantworter-Fahrzeugen geschätzt. Exemplarisch werden im Folgenden für die Fahrzeuggruppe „Pkw privater Halter“ die Mittelwertschätzungen für die Registermerkmale

- Anzahl Vorbesitzer (Werte 0, 1, 2, ...),
- Höchstgeschwindigkeit in km/h und
- Alter des Fahrzeugs in Jahren

dargestellt (siehe Tabelle 21).<sup>30</sup>

Als Schätzung für den unbekanntem Anteil der nicht antwortbereiten Kfz-Halter in der Grundgesamtheit der Pkw privater Halter dient die Nonresponse-Quote  $27.307/48.740 = 0,56 = 56\%$ . Die geschätzten Mittelwertunterschiede  $d$  zwischen den Gruppen der Fahrzeuge mit antwortbarem bzw. nicht antwortbarem Halter stellen sich wie folgt dar:

- Anzahl Vorbesitzer  $d = -0,47$
- Höchstgeschwindigkeit  $d = 0$
- Alter des Fahrzeugs  $d = -1,60$

Für ZFZR-Merkmale kann man die Verzerrung der Mittelwertschätzungen durch Nonresponse quantifizieren, indem man die Mittelwertschätzung auf Basis der Antworterstichprobe ( $n = 21.433$ ) mit der

<sup>29</sup> Da die hierfür notwendige Einführung zusätzlicher Gewichtungsfaktoren häufig den Standardfehler der Schätzung erhöht, sollte eine nachträgliche Schichtung nur dann vorgenommen werden, wenn zu erwarten ist, dass die Verringerung der Verzerrung auch zu einer Reduzierung des Gesamtfehlers (mittlerer quadratischer Fehler) führt (vgl. BIEMER und LYBERG 2003, S. 113-115).

<sup>30</sup> Die Daten der Bruttostichprobe ( $n = 48.740$ ) werden unter Berücksichtigung der schichtspezifischen Auswahlätze hochgerechnet. Das Designgewicht (Inverse der Auswahlwahrscheinlichkeit) der Stichprobenfahrzeuge hängt nur davon ab, zu welcher Schicht das Fahrzeug gehört, nicht aber davon, ob der Halter des Fahrzeugs bei der Befragung geantwortet hat oder nicht.

Antwortverhalten des Kfz-Halters	Anzahl Fahrzeuge in der Bruttostichprobe	Schätzer für den Mittelwert des Registermerkmals ...		
		Anzahl Vorbesitzer	Höchstgeschwindigkeit	Alter des Fahrzeugs
Antworterfahrzeuge	21.433	1,08	185,2	8,8
Nichtantworterfahrzeuge	27.307	1,55	185,2	10,4
Fahrzeuge insgesamt	48.740	1,34	185,2	9,7

Tab. 21: Schätzwerte für ausgewählte Registermerkmale (ZFZR) gegliedert nach Antwort- und Nichtantworter-Fahrzeugen der Bruttostichprobe

entsprechenden Mittelwertschätzung auf Basis der Gesamtstichprobe ( $n = 48.740$ ) vergleicht. Die geschätzte (absolute) Verzerrung  $b$  des Mittelwertschätzers fällt je nach Registermerkmal unterschiedlich aus:

- Anzahl Vorbesitzer  $b = 0,56 \times (-0,47) = -0,263$ ,
- Höchstgeschwindigkeit  $b = 0,56 \times 0 = 0$ ,
- Alter des Fahrzeugs  $b = 0,56 \times (-1,60) = -0,896$ .

Für die relative Verzerrung der Mittelwertschätzer durch Nonresponse ergeben sich damit folgende Schätzungen:

- Anzahl Vorbesitzer  $-0,263/1,34 = -19,6 \%$ ,
- Höchstgeschwindigkeit  $0/185,2 = \pm 0 \%$ ,
- Alter des Fahrzeugs  $-0,896/9,7 = -9,2 \%$ .

Schätzt man für die Fahrzeuggruppe „Pkw privater Halter“ den Mittelwert der drei Registermerkmale jeweils auf Basis der Antworterstichprobe und verwendet man dabei allein die Designgewichtung (der Bruttostichprobe), so ist

- beim Merkmal „Höchstgeschwindigkeit“ von keinerlei nonresponse-bedingten Verzerrung auszugehen,
- beim Merkmal „Alter des Fahrzeugs“ eine gewisse Unterschätzung (Größenordnung -9 %) in Rechnung zu stellen und
- beim Merkmal „Anzahl Vorbesitzer“ eine deutlichere Unterschätzung (Größenordnung -20 %) zu befürchten.

Da die Fahrleistung im Berichtszeitraum ein Erhebungsmerkmal ist und damit nur für Antworterfahrzeuge vorliegt, kann die Hochrechnung der Fahrleistung auch nur auf Basis der Antworterstichprobe erfolgen. Eine Schätzung der absoluten und relativen Verzerrung ist hier nicht möglich.

Man kann im Rahmen der Nonresponse-Analyse aber zumindest zeigen, wie sich der Umstand, dass die Hochrechnung der Antworterstichprobe der Halterbefragung nicht auf einer bloßen Designgewichtung, sondern einer Anpassungsgewichtung beruht, bei den Registermerkmalen auf die Mittelwertschätzung auswirkt. Tabelle 22 zeigt die aus der Antworterstichprobe geschätzten Mittelwerte für den Fall der Designgewichtung bzw. der Anpassungsgewichtung.

Die Anpassungsgewichtung, bei der für die Fahrzeuggruppe „Pkw privater Halter“ die Besetzungshäufigkeiten der Schichten in der Antworterstichprobe an die entsprechenden Besetzungshäufigkeiten in der Grundgesamtheit (mittlerer Kfz-Anmeldebestand) angepasst werden, führt bei den Merkmalen mit „Antwortverzerrung“ tatsächlich zu einer Qualitätsverbesserung. Abzulesen ist dies daran, dass im Fall der Anpassungsgewichtung die Mittelwertschätzer näher als bei reiner Designgewichtung an dem aus der Bruttostichprobe unverzerrt geschätzten Mittelwert liegen:

- Anzahl Vorbesitzer  $1,14/1,34 = -14,9 \%$ ,
- Höchstgeschwindigkeit  $184,8/185,2 = -0,2 \%$ ,
- Alter des Fahrzeugs  $9,4/9,7 = -3,1 \%$ .

Die Annäherung des Schätzers aus der anpassungsgewichteten Antworterstichprobe an den unverzerrten Schätzer aus der Bruttostichprobe ist beim Merkmal „Alter des Fahrzeugs in Jahren“ besonders stark, da das Merkmal „Altersgruppe des Fahrzeugs (4 Kategorien)“ ein Schichtungsmerkmal ist. Aber auch beim Merkmal „Anzahl Vorbesitzer“, welches kein Schichtungsmerkmal ist, reduziert sich die geschätzte relative Verzerrung des Mittelwerts von -19,6 % auf nur noch -14,9 %. Beim Merkmal „Höchstgeschwindigkeit“ schließlich führt die Tatsache, dass für 56 % aller in die Bruttostichprobe gelangten Fahrzeuge keine Angaben vorliegen, zu keinerlei Verzerrung. Die Struktur-

Datenbasis der Hochrechnung	Anzahl Fahrzeuge in der Stichprobe	Schätzer für den Mittelwert des Registermerkmals ...		
		Anzahl Vorbesitzer	Höchstgeschwindigkeit	Alter des Fahrzeugs
Antworterstichprobe Designgewichtung	21.433	1,08	185,2	8,8
Antworterstichprobe Anpassungsgewichtung	21.433	1,14	184,8	9,4
Bruttostichprobe Designgewichtung	48.740	1,34	185,2	9,7

Tab. 22: Mittelwertschätzer für ausgewählte Registermerkmale (ZFZR) bei unterschiedlichem Gewichtungskonzept

passung der Antworterstichprobe im Hinblick auf die Schichtungsmerkmale (Ausgleich der je nach Schicht unterschiedlichen Rücklaufquoten) führt also zu einer Verbesserung der Ergebnisqualität.

Bei der Hochrechnung weiterer Registermerkmale ergaben sich ähnliche Befunde. So weicht bei den Fahrzeugmerkmalen Hubraum in cm<sup>3</sup>, Nennleistung in kW und CO<sub>2</sub> in g/km der Mittelwertschätzer auf Basis der Antworterstichprobe jeweils nur unwesentlich vom unverzerrten Schätzer auf Basis der Bruttostichprobe ab. Denselben hohen Grad an Übereinstimmung findet man bei Anteilswertvergleichen, die sich auf siedlungsräumliche Merkmale des Wohnorts des Halters beziehen und auch beim Merkmal Alter des Halters liegen die beiden interessierenden Mittelwertschätzer nur relativ wenig auseinander (Abweichung unter 10 Prozent).

Dass die Mittelwertschätzung auf Basis der Antworterstichprobe mit Anpassungsgewichtung auch bei anderen Fahrzeuggruppen zu ausgesprochen guten Ergebnissen führt, zeigt der Vergleich mit dem unverzerrten Mittelwertschätzer aus der Bruttostichprobe (s. Tabelle 23).

Wie man sieht, unterscheidet sich der Schätzwert auf Basis der Antworterstichprobe (mit Anpassungsgewichtung) ganz überwiegend nur wenig bis sehr wenig von dem Schätzer, den man erhält, wenn man die Nichtantworter in die Hochrechnung einbezieht (was natürlich nur bei Registermerkmalen möglich ist).

Insgesamt kann man nach den Ergebnissen der Untersuchungen zum Unit-Nonresponse erwarten, dass die Strukturanpassung der Antworterstichprobe auch Verzerrungen bezüglich des Analysemerkmals „Fahrleistung“ – sofern diese überhaupt vorhanden sind – beseitigt oder zumindest abmildert.

### 3.7.4 Item-Nonresponse bei der Halterbefragung

Bei der Halterbefragung spielen fehlende Angaben zu Erhebungsmerkmalen als Folge von Item-Nonresponse nur eine untergeordnete Rolle. Insofern stellt sich hier nur in Ausnahmefällen (z. B. im Ausland erbrachte Fahrleistungen) das Problem, Datenlücken mittels Imputationsverfahren zu

Datenbasis der Hochrechnung	Anzahl Fahrzeuge in der Stichprobe	Schätzer für den Mittelwert des Registermerkmals ...		
		Anzahl Vorbesitzer	Höchstgeschwindigkeit	Alter des Fahrzeugs
<b>Krafträder</b>				
Antworterstichprobe	2.620	1,53	163,5	16,3
Bruttostichprobe	8.067	1,62	165,0	16,1
<b>Pkw privater Halter</b>				
Antworterstichprobe	21.433	1,14	184,8	9,4
Bruttostichprobe	48.740	1,34	185,2	9,7
<b>Pkw gewerblicher Halter</b>				
Antworterstichprobe	12.044	0,38	195,7	4,2
Bruttostichprobe	18.529	0,40	197,4	4,2
<b>Lkw gewerblicher Halter</b>				
Antworterstichprobe	13.345	0,44	136,3	6,3
Bruttostichprobe	27.082	0,48	136,2	6,5
<b>Lkw privater Halter</b>				
Antworterstichprobe	6.423	1,15	142,6	10,4
Bruttostichprobe	20.901	1,35	142,1	10,8
<b>Sattelzugmaschinen</b>				
Antworterstichprobe	5.419	0,37	89,8	4,3
Bruttostichprobe	8.151	0,41	89,8	4,5

Tab. 23: Mittelwertschätzer für ausgewählte Registermerkmale (ZFZR) und Fahrzeuggruppen auf Basis der Antworterstichprobe (mit Anpassungsgewichtung) und der Bruttostichprobe

schließen. Wenn wegen fehlender oder unplausibler Angaben zum Tachostand keine Angabe zum zentralen Erhebungsmerkmal „Fahrleistung im Berichtszeitraum“ vorliegt, so führt dies zum Ausschluss des betreffenden Fahrzeugs aus der Stichprobe. Fehlende Angaben zu anderen Erhebungsmerkmalen (z. B. überwiegende Einsatzart des Fahrzeugs) werden dagegen hingenommen und in den Ergebnistabellen entsprechend ausgewiesen.

### 3.7.5 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse der Nonresponse-Untersuchungen

Nach den obigen Analysen gibt es bezüglich der hier untersuchten ZFZR-Merkmale meist nur geringe Ergebnisunterschiede zwischen der Antwortstichprobe mit Anpassungsgewichtung und der Referenzstichprobe (Bruttostichprobe mit Designgewichtung). Dieser Befund gibt Anlass zu der Vermutung, dass sich die betreffenden Mittelwertschätzer auch hinsichtlich des eigentlich interessierenden Analysemerkmals „Fahrleistung pro AnmeldeTag“ nicht wesentlich unterscheiden.

Insgesamt sprechen die Analyseergebnisse dafür, dass trotz der nicht zu vernachlässigenden Nonresponse-Quoten der Nonresponse-Bias im Vergleich zum Stichprobenfehler weniger bedeutend ist. Auf entsprechende Korrekturfaktoren im Hochrechnungsverfahren kann deshalb verzichtet werden.

Mit Blick auf zukünftige Halterbefragungen (nicht nur zum Thema Fahrleistung) ist gleichwohl daran zu denken, ergänzend zur Untersuchung der Schätzgenauigkeit bei Registermerkmalen empirische Nonresponse-Studien in Form der Befragung von Nichtantwortern (2-phasige Stichprobe) durchzuführen. Nonresponse-Effekte, die auf eine Abhängigkeit der Antwortbereitschaft von soziodemografischen Haltermerkmalen wie z. B. Bildungsgrad zurückgehen, könnten auf diesem Wege erfasst und wenn notwendig korrigiert werden.

## 3.8 Hochrechnungsverfahren

### 3.8.1 Deskriptives Modell der Fahrleistung von Kraftfahrzeugen als konzeptueller Rahmen

#### Vorbemerkungen

Aus den Vorläuferprojekten liegt ein Verfahren zur Hochrechnung der Inländerfahrleistung auf Basis

einer Halterbefragung mit zweimaliger Ablesung des Tachostands vor (HAUTZINGER et al. 2005, S. 36 ff.). Bei dem Verfahren handelt es sich um eine sog. „separate Verhältnisschätzung“ für den Fall einer geschichteten Zufallsauswahl mit gleichen Auswahlchancen der Einheiten (hier Fahrzeuge) innerhalb der Schichten. Als Hilfsmerkmal dient bei der Verhältnisschätzung die Fahrzeuganmeldedauer, d. h. es wird – getrennt nach Schichten und Wellen – die aus der Fahrzeugstichprobe geschätzte Fahrleistung pro AnmeldeTag mit der durch ZFZR-Auswertung ermittelten Grundgesamtheitsanzahl der Fahrzeuganmeldetage im Bezugszeitraum der Hochrechnung multipliziert. Das skizzierte Verfahren wurde für die Fahrleistungserhebung 2014 nochmals überarbeitet und verfeinert.

Im Folgenden wird zunächst ein allgemeines deskriptives Modell der Fahrleistung von Kraftfahrzeugen<sup>31</sup> vorgestellt, welches den konzeptuellen Rahmen der Hochrechnung der Halterbefragung bildet. Das Modell ist ganz allgemein, d. h. unabhängig vom Design der entsprechenden Stichprobe, als Beschreibung der Grundgesamtheit einer Fahrleistungserhebung zu verstehen. Auf einige leicht idealisierende Modellannahmen wird jeweils an der entsprechenden Stelle eingegangen. Wie das Modell auf die Halterbefragung 2014 konkret anzuwenden ist, wird ab Kapitel 3.8.3 dargestellt.

#### Grundgesamtheit und Merkmale

Untersucht man für eine Fahrzeuggesamtheit  $F$  vom Umfang  $N$  die einzelnen Fahrzeuge  $i$  im Hinblick auf die an den einzelnen Tagen  $t$  eines Untersuchungszeitraums  $U$  der Länge  $T$  (Tage) erbrachte Fahrleistung, so stellen „Fahrzeugtage“, d. h. Kombinationen  $(i, t)$ , die Untersuchungseinheiten dar ( $i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T$ ).

Neben der Fahrleistung

$$Y_{it}$$

des Fahrzeugs  $i$  am Tag  $t$  (Fahrleistung in km) ist der Anmeldestatus

$$X_{it}$$

des Fahrzeugs  $i$  am Tag  $t$  ein für die Analysen wichtiges Merkmal (1 = angemeldet, 0 = nicht angemel-

<sup>31</sup> Die Darstellung baut auf HAUTZINGER et al. 2010, S. 16-21 auf.

det). Ein Fahrzeugtag  $(i, t)$ , für den das Fahrzeug den Anmeldestatus  $X_{it} = 1$  besitzt, wird im Folgenden Fahrzeuganmeldetag oder kurz „Anmeldetag“ genannt.

Wenn man unterstellt, dass Fahrzeuge an Tagen, an denen sie nicht angemeldet sind, die Fahrleistung null aufweisen, kann man die für die Fahrleistungserhebung maßgebliche Fahrzeuggesamtheit  $F$  als „Menge aller Fahrzeuge mit mindestens 1 Anmeldetag im Untersuchungszeitraum  $U$ “ definieren. Der Begriff „maßgebliche“ Fahrzeuggesamtheit bietet sich hier an, weil nur die zu  $F \equiv F_U$  gehörenden Fahrzeuge dafür infrage kommen, zu der hier interessierenden Fahrleistung im Zeitraum  $U$  beizutragen.

Unter dem Umfang  $N$  der Gesamtheit  $F$  ist vor diesem Hintergrund die „Zahl der Fahrzeuge mit Anmeldezeiten im Untersuchungszeitraum  $U$ “ oder kürzer die „Größe der maßgeblichen Fahrzeugflotte“ zu verstehen. Hierbei muss man sich vergegenwärtigen, dass  $N$  eine zeitraumbezogene Größe ( $N \equiv N_U$ ) und keine zeitpunktbezogene Bestandszahl ist.

Da die Halterbefragung im Rahmen der Fahrleistungserhebung der Ermittlung der Inländerfahrleistung 2014 dient, wobei mit „Inländer“ Fahrzeuge und nicht etwa Personen gemeint sind, kann man  $F \equiv F_{2014}$  abkürzend auch „Inländerflotte 2014“ und  $N \equiv N_{2014}$  „Größe der Inländerflotte 2014“ nennen.<sup>32</sup>

Da Fahrzeugtage die Untersuchungseinheiten sind, besteht die Grundgesamtheit  $G$  einer Fahrleistungserhebung aus der Menge aller Fahrzeugtage  $(i, t)$  mit  $i = 1, \dots, N$  und  $t = 1, \dots, T$ . Die Grundgesamtheit hat also den Umfang  $NT$ . Wie noch gezeigt wird, muss für das im Folgenden beschriebene Hochrechnungsverfahren lediglich die Länge  $T$  des Untersuchungszeitraums  $U$ , nicht jedoch die Größe  $N \equiv N_U$  der maßgeblichen Fahrzeugflotte  $F \equiv F_U$  bekannt sein.<sup>33</sup>

## Kennzahlen

Durch Summation über alle Fahrzeugtage der Grundgesamtheit erhält man den Totalwert der Fahrleistung (in km)

$$Y = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T Y_{it}.$$

Die empirische Ermittlung (statistische Schätzung) des Fahrleistungstotalwerts  $Y$  ist die zentrale Aufgabe der Halterbefragung.

Von Bedeutung ist auch der Totalwert der Anmeldedauer (in Tagen).

$$X = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T X_{it},$$

der aber nicht aus Stichprobendaten geschätzt werden muss, sondern mittels Registerauswertung bestimmt werden kann. Das arithmetische Mittel

$$\mu_X = X / NT,$$

der dichotomen Anmeldestatusvariablen  $X_{it}$ , also das Verhältnis zwischen der Gesamtzahl der Anmeldetage und der Gesamtzahl der Fahrzeugtage kann „mittlere Anmeldequote“ genannt werden (die Anmeldequote eines einzelnen Fahrzeugs

$$i \in F \text{ ist durch } (1/T) \sum_{t=1}^T X_{it} \text{ gegeben).}$$

Wie im Folgenden noch deutlich wird, ist – anders als üblich – das arithmetische Mittel

$$\mu_X = Y / NT,$$

der Fahrleistungsvariablen  $Y_{it}$ , also das Verhältnis zwischen der Gesamtfahrleistung und der Gesamtzahl der Fahrzeugtage – oder kurz die Fahrleistung pro Fahrzeugtag –, nicht weiter von Interesse. Bei der Schätzung des Fahrleistungstotalwerts  $Y$  spielt vielmehr das Verhältnis

$$R = \frac{Y}{X},$$

der Totalwerte von Fahrleistung und Anmeldedauer, d. h. die Fahrleistung pro Anmeldetag eine entscheidende Rolle.

Aggregiert man über die Tage  $t$  des Untersuchungszeitraums, so kann man mit

$$Y_i = \sum_{t=1}^T Y_{it}$$

<sup>32</sup> An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Größe der Inländerflotte 2014 naturgemäß erst nach Ablauf des Untersuchungszeitraums (Kalenderjahr 2014) durch eine Sonderauswertung des Fahrzeugregisters (ZFZR) ermittelt werden kann.

<sup>33</sup> Benötigt werden aber Informationen über den Anmeldestatus der Fahrzeuge im Untersuchungszeitraum.

die Fahrleistung (in km) und mit

$$X_i = \sum_{t=1}^T X_{it}$$

die Anmeldezeitdauer (in Tagen) des Fahrzeugs  $i$ , im Untersuchungszeitraum bezeichnen ( $1 \leq X_i \leq T$ ).

Die Variablen  $Y_i$  und  $X_i$  sind mit Blick auf die Halterbefragung 2014 von besonderer Bedeutung. Dies liegt daran, dass bei dieser Befragung wegen des Erhebungsverfahrens der zweimaligen Tachostandsablesung (Ablesung zu Beginn und am Ende des Untersuchungszeitraums) nicht individuelle Tagesfahrleistungen  $Y_{it}$  sondern „nur“ Fahrzeugfahrleistungen  $Y_i$  erfasst werden, die auf den Untersuchungszeitraum als Ganzes bezogen sind. Entsprechend wird für die in die Stichprobe gelangten Fahrzeuge auch „nur“ die Anmeldezeitdauer  $X_i$  im Untersuchungszeitraum benötigt und nicht der Anmeldezeitstatus  $X_{it}$  an den einzelnen Tagen.

Bildet man den Durchschnitt über alle Fahrzeuge der Gesamtheit  $F$ , so erhält man mit

$$\bar{Y} = Y / N$$

die mittlere Fahrleistung der zur maßgeblichen Flotte gehörenden Fahrzeuge im Untersuchungszeitraum und mit

$$\bar{X} = X / N$$

die mittlere Anmeldezeitdauer dieser Fahrzeuge im Untersuchungszeitraum (Anzahl Anmeldezeitpunkte im Untersuchungszeitraum pro Fahrzeug mit Anmeldezeiten). Wie man direkt sieht, kann die Fahrleistung pro Anmeldezeitpunkt als Verhältnis zweier Totalwerte oder zweier Mittelwerte dargestellt werden:

$$R = \frac{Y}{X} = \frac{\bar{Y}}{\bar{X}}.$$

In diesem Zusammenhang ist das Verhältnis

$$R_i = \frac{Y_i}{X_i}$$

anzusprechen, welches für jedes zur maßgeblichen Fahrzeuggesamtheit  $F$  gehörende Fahrzeug  $i$  ausdrückt, wie groß im Untersuchungszeitraum die Fahrzeugfahrleistung pro Fahrzeuganmeldezeitpunkt ist. Hier ist darauf hinzuweisen, dass der Mittelwert

$$\bar{R} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i$$

der fahrzeugspezifischen Fahrleistungen pro Anmeldezeitpunkt im Allgemeinen nicht mit dem oben

definierten Verhältnis  $R$  der Total- bzw. Mittelwerte von Fahrleistung und Anmeldezeitdauer übereinstimmt.

Wie schon wiederholt angesprochen, spielt bei der Fahrleistungsschätzung die auf die Fahrzeuggesamtheit  $F$  und den Untersuchungszeitraum  $U$  bezogene Fahrleistung pro Anmeldezeitpunkt  $R$  eine entscheidende Rolle. Ist nämlich der Totalwert  $X$  der Anmeldezeitdauer im Vorhinein bekannt, so kommt man zu einer Schätzung für den Fahrleistungstotalwert  $Y$ , indem in

$$Y = RX$$

das unbekannte Grundgesamtheitsverhältnis  $R$  durch einen auf Stichprobenbasis berechneten Schätzer  $\hat{R}$  ersetzt wird (sog. Verhältnisschätzung).

### Anmeldebestand

Wie man diese „Vorinformation“ über den Totalwert  $X$  mithilfe eines Fahrzeugregisters, in welchem der Anmeldezeitstatus der Fahrzeuge im Untersuchungszeitraum vollständig erfasst ist, gewinnen kann, zeigen die folgenden Überlegungen:

Für einen beliebigen Tag  $t$  des Untersuchungszeitraums entspricht die Summe

$$N_t^{(a)} = \sum_{i=1}^N X_{it} \quad (0 \leq N_t^{(a)} \leq N)$$

dem tagesspezifischen Anmeldebestand, d. h. der Zahl der am Tag  $t$  angemeldeten Fahrzeuge.<sup>34</sup> Anders als  $N \equiv N_U$  ist  $N_t^{(a)}$  eine zeitpunktbezogene Größe.

Der mittlere Anmeldebestand im Untersuchungszeitraum (Durchschnitt über alle Tage des Untersuchungszeitraums) ist durch

$$\bar{N}^{(a)} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T N_t^{(a)} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T X_{it} = \frac{X}{T}$$

gegeben.

Ist der mittlere Anmeldebestand  $\bar{N}^{(a)}$  bekannt, so lässt sich der für eine Verhältnisschätzung der Fahrleistungssumme  $Y$  benötigte Totalwert  $X$  der

<sup>34</sup> Man kann die betreffende Summe auch als Anzahl der Anmeldezeitpunkte von Fahrzeugen interpretieren, welche auf einen bestimmten Kalendertag des Untersuchungszeitraums entfallen.

Anmeldedauer der Fahrzeuge im Untersuchungszeitraum wegen

$$(*) \quad X = T\bar{N}^{(a)}$$

auf einfache Weise berechnen.

Tatsächlich kann bei der Halterbefragung 2014 der mittlere Anmeldebestand  $\bar{N}^{(a)}$  mit hoher Genauigkeit durch entsprechende Registerauszählungen, genauer gesagt durch Sonderauswertung des ZFZR, bestimmt werden. Die für eine Verhältnisschätzung erforderliche Vorinformation steht im Hinblick auf die zu schätzende Inländerfahrleistung 2014 also zur Verfügung.

Ergänzend sei an dieser Stelle noch angemerkt, dass sich der mittlere Anmeldebestand  $\bar{N}^{(a)}$  auch als Bezugsgröße für den Totalwert  $Y$  der Fahrleistung eignet. Die Verhältniszahl

$$\bar{Y}^{(a)} = Y / \bar{N}^{(a)},$$

die wegen (\*) auch in der Form

$$\bar{Y}^{(a)} = RT$$

dargestellt werden kann, entspricht ganz allgemein dem  $T$ -Fachen der Fahrleistung pro Fahrzeuganmeldetag. Bei einem 1-jährigen Untersuchungszeitraum gibt  $\bar{Y}^{(a)}$  also die Fahrleistung pro 365 Fahrzeuganmeldetage bzw. kurz die „Fahrleistung pro Fahrzeuganmeldejahr“ an.<sup>35</sup>

Eine weitere mögliche Bezugsgröße ist der Bestand angemeldeter Fahrzeuge zur Mitte  $t_M$  des Untersuchungszeitraums. Ist die Länge  $T$  des Untersuchungszeitraums eine ungerade<sup>36</sup> Zahl, so ist  $t_M = (T + 1)/2$ . Umfasst der Untersuchungszeitraum z. B. 365 Tage, so ist also der Anmeldebestand am 183. Tag als Bezugsgröße zu verwenden. Die Verhältniszahl

$$Y / N_{t_M}^{(a)}$$

kann je nach Variation des Anmeldebestands im Untersuchungszeitraum mehr oder weniger stark von der Verhältniszahl  $Y / \bar{N}^{(a)}$  abweichen.

<sup>35</sup> Nicht zu verwechseln mit der mittleren Jahresfahrleistung ganzjährig angemeldeter Fahrzeuge!

<sup>36</sup> Umfasst der Untersuchungszeitraum eine gerade Anzahl von Tagen, so ist der hier in Rede stehende Bestand aus den beiden tagesspezifischen Anmeldebeständen in der Mitte des Untersuchungszeitraums zu bilden (arithmetisches Mittel). In einem Schaltjahr mit 366 Tagen wären dies die Anmeldebestände für die Kalendertage Nr. 183 und 184.

<sup>37</sup> Im Kontext der Halterbefragung 2014 entspricht der hier gemeinte Untersuchungszeitraum dem Bezugszeitraum einer Welle.

### 3.8.2 Zahlenbeispiel zur Illustration des Grundkonzepts

Zur Illustration des oben vorgestellten Beschreibungsmodells für die Grundgesamtheit einer Fahrleistungserhebung in Form einer Halterbefragung dient folgendes Zahlenbeispiel.

Bezogen auf einen Untersuchungszeitraum<sup>37</sup> der Länge  $T + 5$  (Tage) umfasst im nachfolgenden Beispiel die Fahrzeuggesamtheit, d. h. die maßgebliche Fahrzeugflotte,  $N = 6$  Fahrzeuge; Fahrzeug Nr. 7 ist hier nicht zu berücksichtigen, da dieses Fahrzeug keine Anmeldetage im Untersuchungszeitraum aufweist.

Die obere Zahl in den Feldern der linken Tabellenhälfte gibt für die insgesamt  $NT = 6 \cdot 5 = 30$  Fahrzeugtage der Grundgesamtheit den Wert des Merkmals  $Y_{it}$  (Fahrleistung in km) und die untere Zahl den Anmeldestatus  $X_{it}$  (1 = angemeldet, 0 = nicht angemeldet) an.

$(i,t)$	1	2	3	4	5	$X_i$	$Y_i$	$R_i$
1	30 1	50 1	70 1	40 1	10 1	5	200	40
2	20 1	0 1	0 0	0 0	0 0	2	20	10
3	0 0	10 1	20 1	80 1	50 1	4	160	40
4	0 0	50 1	50 1	50 1	0 0	3	150	50
5	40 1	50 1	0 1	0 1	60 1	5	150	30
6	0 1	0 1	0 0	20 1	20 1	4	40	10
7	• 0	• 0	• 0	• 0	• 0			
Insg.	4	6	4	5	4	23	720	-

Unter den  $NT = 30$  Fahrzeugtagen gibt es  $X = \sum_{i=1}^6 \sum_{t=1}^5 X_{it} = 23$  Anmeldetage. Die mittlere Anmeldequote beträgt also

$$\mu_X = X / (NT) = 23 / 30 \approx 0,77,$$

d. h. für ca. 77 % aller Fahrzeugtage gilt, dass das betreffende Fahrzeug am fraglichen Tag angemeldet ist.

Betrachtet man die Tage des Untersuchungszeitraums, so ergeben sich folgende Werte für den tagesspezifischen Anmeldebestand  $N_t^{(a)}$  und die entsprechende Fahrleistungssumme  $Y_t = \sum_{i=1}^6 Y_{it}$ :

$t$	1	2	3	4	5	Insg.
$N_t^{(a)}$	4	6	4	5	4	23
$Y_{t,i}$	90	160	140	190	140	720

Der tagesspezifische Anmeldebestand variiert zwischen 4 und 6 angemeldeten Fahrzeugen und der mittlere Anmeldebestand beläuft sich auf

$$\bar{N}^{(a)} = 23/5 = 4,6,$$

d. h. im Durchschnitt über die 5 Tage des Untersuchungszeitraums sind von den 6 „maßgeblichen“ Fahrzeugen 4,6 Fahrzeuge angemeldet. Dieses Ergebnis korrespondiert wegen

$$\bar{N}^{(a)} / N = 4,6/6 \approx 0,77$$

mit der auf die Fahrzeugtage bezogenen Anmeldequote, die oben mit ca. 77% ermittelt wurde.

Der Anmeldebestand zur Mitte des Untersuchungszeitraums beträgt im vorliegenden Beispiel

$$N_{t_M}^{(a)} = N_3^{(a)} = 4.$$

Da die Bestandszeitreihe weder ausgeprägte irreguläre Schwankungen noch eine entsprechende zyklische Komponente (z. B. überdurchschnittlich hohe Bestandswerte zu Beginn und am Ende des Untersuchungszeitraums) enthält, stimmt dieser Wert näherungsweise mit dem mittleren Anmeldebestand von 4,6 Fahrzeugen überein.

Betrachtet man jetzt die einzelnen Fahrzeuge  $i$ , so liegt die auf den Untersuchungszeitraum bezogene Anmeldedauer  $X_i$  zwischen 2 Tagen (Fahrzeug Nr. 2) und 5 Tagen (Fahrzeuge Nr. 1 und 5), wobei die mittlere Anmeldedauer der Fahrzeuge

$$\bar{X} = X/N = 23/6 \approx 3,83 \text{ (Tage)}$$

beträgt. Natürlich korrespondiert auch dieses Resultat wegen

$$\bar{X}/T = (23/6)/5 \approx 0,77$$

mit der eingangs berechneten mittleren Fahrzeuganmeldequote von ca. 77 %.

Was die Fahrleistungen der Fahrzeuge angeht, so genügt es im Kontext einer Halterbefragung mit Ablesung des Tachostands zu Beginn und am Ende des Untersuchungszeitraums,<sup>38</sup> die auf den Untersuchungszeitraum als Ganzes bezogenen Fahrzeugfahrleistungen  $Y_i$  zu betrachten, die zwischen 20 und 200 km variieren (Fahrleistung im 5-tägigen Untersuchungszeitraum).

Der Fahrleistungstotalwert beträgt

$$Y = \sum_{i=1}^6 Y_i = 720 \text{ (km)}.$$

Dieser Totalwert, für den hier in Form des Zahlenbeispiels sozusagen eine Vollerhebung vorliegt, ist in der Praxis natürlich unbekannt und muss auf Basis einer Stichprobe aus der „maßgeblichen Fahrzeugflotte“ (hier z. B. durch eine Stichprobe vom Umfang 3 aus der Gesamtheit der 6 Fahrzeuge) geschätzt werden.

Wegen der ins Auge gefassten Verhältnisschätzung steht die mittlere Fahrzeugfahrleistung im Untersuchungszeitraum (in km/Fahrzeug)

$$\bar{Y} = Y/N = 720/6 = 120$$

nicht im Vordergrund; dies hat auch damit zu tun, dass die für den Untersuchungszeitraum „maßgebliche Flottengröße“  $N$  keine in der Kraftfahrzeugstatistik gebräuchliche Kennzahl ist.

Von großem Interesse ist demgegenüber die Fahrleistung pro Anmelde-tag, d. h. die Verhältniszahl

$$R = Y/X = 720/23 \approx 31,30,$$

die besagt, dass in der hier betrachteten Grundgesamtheit im Durchschnitt pro Fahrzeuganmeldetag eine Fahrleistung von 31,3 km generiert wird. Der Wert 31,3 km ist im Übrigen auch als arithmetisches Mittel von 23 Einzelwerten  $Y_{it}$  ( $0 \leq Y_{it} \leq 80$ ) der Tagesfahrleistung von Fahrzeugen zu interpretieren.

Wie  $Y$  ist in der Realität auch  $R$  unbekannt und muss deshalb auf Basis von Stichprobendaten geschätzt werden. Hat man eine entsprechende Schätzung  $\hat{R}$ , so wird  $Y$  nach dem Verfahren der Verhältnisschätzung wie folgt geschätzt:

$$\hat{Y} = \hat{R}X,$$

wobei  $X$  aus externen Quellen (hier Fahrzeugregister) bekannt ist. Würde man im Sinne einer Simulation mit den Daten des Zahlenbeispiels den Fahrleistungstotalwert  $Y$  schätzen, so wäre eine einfache Zufallsstichprobe (ohne Zurücklegen) beispielsweise vom Umfang  $n = 3$  aus der maßgeblichen Fahrzeugflotte, d. h. aus der Gesamtheit

<sup>38</sup> Zur Erhebung der Fahrleistung im Untersuchungszeitraum müssten sich im vorliegenden Zahlenbeispiel die Tachostandsablesungen auf den Beginn des Tages 1 (bzw. das Ende des Vortags) und das Ende des Tages 5 beziehen.

$F = \{1, 2, \dots, 6\}$ , zu ziehen, auf deren Basis dann nach einem geeigneten Verfahren der Schätzer  $\hat{R}$  zu berechnen wäre. Der Fahrleistungstotalwert würde dann durch

$$\hat{Y} = \hat{R}X = \hat{R} \cdot 23$$

geschätzt.

Berechnet man die Fahrleistung pro AnmeldeTag  $R_i = Y_i / X_i$  für die einzelnen Fahrzeuge  $i$ , so erhält man Werte zwischen 10 und 50 km pro Tag. Das arithmetische Mittel

$$\bar{R} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i = \frac{1}{6} 180 = 30$$

dieser Werte stimmt erwartungsgemäß nicht mit der für die Verhältnisschätzung relevanten Verhältniszahl

$$R \approx 31,30$$

überein. Im Rahmen der nachfolgenden Ausführungen zur Hochrechnung werden statistische Verfahren zur Schätzung von  $R$  und  $\bar{R}$  behandelt.

Zum Abschluss des Zahlenbeispiels seien noch die beiden Verhältniszahlen „Fahrleistung bezogen auf den mittleren Anmeldebestand“

$$Y / \bar{N}^{(a)} = 720 / 4,6 \approx 156,5$$

und „Fahrleistung bezogen auf den Bestand zur Mitte des Untersuchungszeitraums“

$$Y / N_{t_M}^{(a)} = 720 / 4 = 180$$

erwähnt.

Die erstgenannte Kennzahl ist anschaulich<sup>39</sup> auch als „Fahrleistung pro 5 Fahrzeuganmeldetage“ (156,5 km = 31,3 km/Tag x 5 Tage) zu interpretieren. Die letztgenannte Kennzahl bringt die „Gesamtfahrleistung im Untersuchungszeitraum pro Fahrzeug des Anmeldebestands zur Mitte des Untersuchungszeitraums (Tag Nr. 3)“ zum Ausdruck.

Vom Konzept her ist der Verhältniszahl  $Y / \bar{N}^{(a)}$  eindeutig der Vorzug zu geben, da sich hier die Größen im Zähler und Nenner jeweils auf den Untersuchungszeitraum und die maßgebliche Fahrzeugflotte als Ganzes beziehen. Da die Größe im

Zähler (Fahrleistung) von der Größe im Nenner (angemeldete Fahrzeuge) „hervorgebracht“ wird, handelt es sich im statistischen Sinn um eine „Verursachungsziffer“.

Bei der Verhältniszahl  $Y / N_{t_M}^{(a)}$  wird demgegenüber die tatsächlich ja von insgesamt 6 Fahrzeugen im Untersuchungszeitraum erbrachte Fahrleistung auf die Fahrzeuge bezogen, welche in der Mitte des Untersuchungszeitraums, hier also am Tag Nr. 3, angemeldet waren. Im Nenner werden deshalb im Allgemeinen nicht alle Fahrzeuge berücksichtigt, welche zur Gesamtfahrleistung (hier 720 km) beigetragen haben. Aber selbst wenn der Anmeldebestand in der Mitte des Untersuchungszeitraums zufälligerweise gleich der Flottengröße, d. h. gleich 6 gewesen wäre (alle im Laufe des Zeitraums „jemals“ angemeldeten Fahrzeuge waren auch am Tag Nr. 3 angemeldet) und die Kennzahl somit den Wert  $720/6 = 120$  km/Fahrzeug angenommen hätte, wäre einzuwenden, dass die Unterschiede in der Anmeldedauer der Fahrzeuge nicht berücksichtigt werden, wie es beim „mittleren Anmeldebestand“ als Bezugsgröße der Fall ist.

### 3.8.3 Grundgesamtheit und Stichprobe

#### Grundgesamtheit

Entsprechend dem Stichprobenplan der Halterbefragung 2014 wird die Gesamtheit der Fahrzeuge in Schichten  $h$  und der Untersuchungszeitraum<sup>40</sup> in Teilabschnitte (sog. „Wellen“)  $w$  zerlegt ( $h = 1, \dots, L$ ;  $w = 1, \dots, W$ ;  $W = 6$ ), was im Übrigen einer sachzeitlichen Schichtung der Grundgesamtheit der Fahrzeugtage entspricht ( $L \cdot W$ ) disjunkte Teilgesamtheiten von Fahrzeugtagen).

Überträgt man das in Kapitel 3.8.1 dargestellte Modell zur Beschreibung der Grundgesamtheit auf die einzelnen Kombinationen  $(h, w)$  von Schicht und Welle, so kann man mit

$N_{hw}$  die mittlere Anzahl der angemeldeten Fahrzeuge der Schicht  $h$  und Welle  $w$  (Mittelwert des Anmeldebestands über die  $T_w$ -Tage der Welle), mit

$Y_{hw}$  den Totalwert der Fahrleistungen, die von den Fahrzeugen der Schicht  $h$  im Zeitraum der Welle  $w$  erbracht werden und mit

$X_{hw}$  den Totalwert der Anmeldedauer (Gesamtzahl der Anmeldetage) der Fahrzeuge der Schicht  $h$  im Zeitraum der Welle  $w$

bezeichnen.

<sup>39</sup> Die Zahl der angemeldeten Fahrzeuge ändert sich im Untersuchungszeitraum von Tag zu Tag (Werte zwischen 4 und 6). Die Zahl der auf diese Fahrzeuge im Untersuchungszeitraum insgesamt entfallenden Anmeldetage ist demgegenüber fest (23 Anmeldetage).

<sup>40</sup> Untersuchungszeitraum der Halterbefragung ist das Kalenderjahr 2014, d. h. ein Zeitraum der Länge 365 Tage.

Ziel der Halterbefragung ist die empirische Ermittlung der Fahrleistungskennzahl

$$Y = \sum_{h=1}^L \sum_{w=1}^W Y_{hw}$$

d. h. die statistische Schätzung des Gesamttotalwerts der Fahrleistung (Summe über die  $L$ -Schichten der Fahrzeuggesamtheit und die  $W$ -Teilabschnitte des Untersuchungszeitraums). Daneben sind aber auch schichtspezifische Totalwerte

$$Y_h = \sum_{w=1}^W Y_{hw}$$

der Fahrleistung (Summe über die Wellen) und mehr noch Aggregationen der Fahrleistung über eine Teilmenge von Schichten (z. B. Aggregation über alle Schichten, welche zur Fahrzeugart Krafträder gehören) von Interesse. Gleichermaßen relevant ist die Schätzung der Gesamtfahrleistung

$$Y^{(m)} = \sum_{h=1}^L \sum_{w=1}^W Y_{hw}^{(m)}$$

der Fahrzeuge, welche zu einer bestimmten Untergruppe  $m$  gehören, wobei diese Untergruppe über mehrere Schichten verteilt ist (z. B. Fahrleistung der Pkw privater Halter, die überwiegend für Fahrten zur Arbeit eingesetzt werden).

Im Vordergrund stehen also Ergebnisse zur Fahrleistung im Untersuchungszeitraum als Ganzes,

d. h. Jahrestotalwerte (Inländerfahrleistung 2014) für die hier unterschiedenen Fahrzeuggruppen bzw. Untergruppen innerhalb von Fahrzeuggruppen. Wellenspezifische Fahrleistungskennzahlen werden demgegenüber zwar für „interne“ Zwecke der Bewertung der Datenqualität ermittelt, nicht jedoch in das Tabellenprogramm zur Inländerfahrleistung aufgenommen.

Während die schicht- und wellenspezifischen Totalwerte  $Y_{hw}$  und damit auch der Gesamttotalwert  $Y$  der Fahrzeugfahrleistung unbekannte Grundgesamtheitskennzahlen sind, um deren Schätzung es bei der Halterbefragung ja gerade geht, können die für eine Verhältnisschätzung benötigten Totalwerte  $X_{hw}$  des Hilfsmerkmals Fahrzeuganmeldedauer mithilfe von Registerdaten in guter Näherung wie folgt ermittelt werden:

$$X_{hw} \cong T_w N_{hw}$$

wobei  $N_{hw}$  ein Näherungswert<sup>41</sup> für den mittleren Anmeldebestand je Schicht und Welle ist und  $T_w$  die Länge der Welle  $w$  (in Tagen) bezeichnet. Der Einfachheit halber wird bei der Hochrechnung davon ausgegangen, dass es sich um Wellen gleicher Länge<sup>42</sup> handelt, d. h. die Länge jeder Welle  $w$  (Länge in Tagen) wird wegen  $W = 6$  mit

$$T_w = T = 365/6 \approx 60,8$$

angenommen.

Im Vorgriff auf die Darstellung des Hochrechnungsverfahrens kann man an dieser Stelle festhalten, dass in der hier vorliegenden Situation, wo nicht nur den Gesamttotalwert  $X$  sondern auch die schicht- und wellenspezifischen Totalwerte  $X_{hw}$  des Hilfsmerkmals „Anmeldedauer“ als bekannt anzusehen sind, sich zur Schätzung des Grundgesamtheits-totalwerts

$$Y = \sum_{h=1}^L \sum_{w=1}^W Y_{hw}$$

des Erhebungsmerkmals „Fahrleistung“ das Verfahren der separaten Verhältnisschätzung anbietet.<sup>43</sup>

### Stichprobe

Es sei  $n_{hw}$  die Zahl der bei der Ziehung (für die Hochrechnung wird einfache Zufallsauswahl, Ziehen ohne Zurücklegen, unterstellt) für Welle  $w$  in

<sup>41</sup> Eine exakte Bestimmung des mittleren Anmeldebestands würde voraussetzen, dass der Anmeldebestand für jeden einzelnen Tag einer Welle auf ZFZR-Basis ermittelt wird, was aus Aufwandsgründen aber ausscheidet. Die für die Hochrechnung der Halterbefragung 2014 benötigten Näherungswerte für die mittlere Anzahl angemeldeter Fahrzeuge je Schicht und Welle stammen aus der Auszählung der wellenspezifischen Sicherungsbestände, d. h. der Datenbestände, aus denen jeweils die Stichprobenziehung erfolgt.

<sup>42</sup> Man könnte alternativ z. B. auch von 5 Wellen der Länge 61 (Tage) und 1 Welle der Länge 60 ausgehen ( $5 \times 61 + 1 \times 60 = 365$ ).

<sup>43</sup> Eine kombinierte Verhältnisschätzung, in welche lediglich der Gesamttotalwert der Fahrzeuganmeldedauer (Summe der Anmeldetage über alle Schichten und Wellen) als Eckwert einfließt, ist im vorliegenden Fall nicht zweckmäßig, da bei diesem Verfahren die vorhandene Information über die Anmeldedauer nur zu einem Bruchteil ausgeschöpft würde. Auch spricht der Umstand, dass sich die Fahrleistung je Anmeldetag zwischen den Schichten zum Teil erheblich unterscheidet, gegen die kombinierte Verhältnisschätzung.

die Stichprobe<sup>44</sup> gelangten Fahrzeuge aus Schicht  $h$ . Die Fahrzeuge der Stichprobe seien je Schicht und Welle<sup>45</sup> von 1 bis  $n_{hw}$  durchnummeriert.

Je Schicht  $h$  und Welle  $w$  sei

$y_i$

die aus den beiden Tachostandsangaben des Fahrzeughalters ermittelte Fahrleistung (km) des Fahrzeugs Nr.  $i$  im Berichtszeitraum.<sup>46</sup> Ganz entsprechend sei

$x_i$

die Anmeldedauer, d. h. die Anzahl der Anmelde-tage, im Berichtszeitraum ( $i = 1, \dots, n_{hw}$ ).<sup>47</sup>

Für Schicht  $h$  und Welle  $w$  bezeichne

$y_{hw} = \sum_{i=1}^{n_{hw}} y_i$  die Summe der Fahrleistungen

$x_{hw} = \sum_{i=1}^{n_{hw}} x_i$  die Summe der Anmeldedauer

$\bar{y}_{hw} = y_{hw} / n_{hw}$  die mittlere Fahrleistung

und

$\bar{x}_{hw} = x_{hw} / n_{hw}$  die mittlere Anmeldedauer

der Stichprobenfahrzeuge.

<sup>44</sup> Bei der vorliegenden Darstellung des Hochrechnungsverfahrens wird davon ausgegangen, dass die Fahrzeugstichprobe für eine Schicht und Welle repräsentativ für die betreffende Fahrzeuggesamtheit ist. Im Rahmen der Nonresponse- und Noncoverage-Analyse wird dies empirisch überprüft. Eventuelle Verzerrungen könnten durch entsprechende Korrekturfaktoren ausgeglichen bzw. abgemildert werden.

<sup>45</sup> Einzelne in der Stichprobe unbesetzte oder gering besetzte Schichten werden vor der Hochrechnung mit geeigneten anderen Schichten zusammengefasst.

<sup>46</sup> Der Berichtszeitraum für die Stichprobenfahrzeuge hat standardmäßig eine Länge von 70 Tagen (zwischen Anfangs- und Schlussbefragung liegen 10 Wochen), doch verlängert sich der Berichtszeitraum in den Fällen, wo der Fahrzeughalter bei der Schlussbefragung erst nach einer Erinnerung geantwortet hat. Der individuelle Berichtszeitraum für die Stichprobenfahrzeuge einer bestimmten Welle stimmt somit nur näherungsweise mit dem wellenspezifischen Hochrechnungszeitraum (Länge im Mittel 60,8 Tage) überein.

<sup>47</sup> Die Zahl der Anmelde-tage der Stichprobenfahrzeuge in ihrem jeweiligen Berichtszeitraum wird im Rahmen der Aufbereitung der Stichprobendaten, d. h. im Nachhinein, auf ZFZR-Basis bestimmt.

<sup>48</sup> Der getrennten Verhältnisschätzung wurde der Vorzug gegeben vor einer kombinierten Verhältnisschätzung, weil sie im vorliegenden Anwendungsfall (Variation der mittleren Fahrleistung pro Anmelde-tage zwischen den Schichten, nicht zu geringe Stichprobenumfänge pro Schicht) die kleinere Varianz aufweist. (COCHRAN 1977, S. 164-169).

Im Idealfall sollte bei jedem Stichprobenfahrzeug  $i$  aus einer Welle  $w$  der Berichtszeitraum, auf den sich die Angaben zur Fahrleistung  $y_i$  und zur Anmeldedauer  $x_i$  beziehen, mit dem zur Welle  $w$  gehörenden Hochrechnungszeitraum übereinstimmen. Aus erhebungstechnischen Gründen ist dieser Idealfall in der Praxis allerdings nicht erreichbar.

So kommt es z. B. bei Haltern, die bei der Anfangsbefragung erst nach einer Erinnerung antworten, dazu, dass der individuelle Berichtszeitraum gegenüber dem betreffenden wellenspezifischen Hochrechnungszeitraum nach hinten versetzt ist. Als Folge hiervon entfällt ein Teil der berichteten Fahrleistung und der Anmeldedauer tatsächlich auf Kalendertage, die außerhalb des Hochrechnungszeitraums der in Rede stehenden Welle liegen. Da bei der Ermittlung der Inländerfahrleistung Jahreswerte im Vordergrund stehen, sind aus dieser Abweichung keine nennenswerten Verzerrungen zu befürchten.

### 3.8.4 Separate Verhältnisschätzung als Hochrechnungskonzept

Unter Verwendung der oben eingeführten Notation wird das Hochrechnungsverfahren in den folgenden Abschnitten dargestellt. Der Grundgedanke des Verfahrens lässt sich vorab in aller Kürze wie folgt zusammenfassen:

Bei der separaten Verhältnisschätzung wird zunächst für alle Schichten  $h$  und Wellen  $w$  die Verhältniszahl „Fahrleistung pro Anmelde-tage“

$$R_{hw} = \frac{Y_{hw}}{X_{hw}}$$

auf Stichprobenbasis geschätzt. Dabei stehen für die Konstruktion eines Schätzers

$$\hat{R}_{hw}$$

für die Grundgesamtheitskennzahl  $R_{hw}$  verschiedene methodische Ansätze zur Verfügung (vgl. Kapitel 3.8.5).

Der Totalwert  $Y$  der Fahrleistungen (Summe über alle Schichten  $h$  und Wellen  $w$ ) wird bei der separaten Verhältnisschätzung durch

$$\hat{Y} = \sum_h \sum_w \hat{R}_{hw} X_{hw}$$

geschätzt.<sup>48</sup>

Da man die schicht- und wellenspezifischen Totalwerte  $X_{hw}$  des Hilfsmerkmals Anmeldedauer kennt (Vorkenntnisse), hängen die statistischen Eigenschaften (insb. Varianz und mittlerer quadratischer Fehler) des Totalwertschätzers  $\hat{Y}$  davon ab, nach welchem Verfahren die Fahrleistung pro Anmelde-tag geschätzt wird.

### 3.8.5 Alternative Ansätze zur Schätzung der Fahrleistung pro Anmelde-tag

Bei der separaten Verhältnisschätzung wird zunächst für jede Kombination von Schicht  $h$  und Welle  $w$  die Verhältniszahl

$$R_{hw} = \frac{Y_{hw}}{X_{hw}} = \frac{\bar{Y}_{hw}}{\bar{X}_{hw}},$$

d. h. die Fahrleistung pro Anmelde-tag, geschätzt.

Für die Konstruktion eines Schätzers  $\hat{R}_{hw}$  gibt es, wie erwähnt, eine ganze Reihe von methodischen Ansätzen. Drei dieser Schätzverfahren werden im Folgenden kurz angesprochen (vgl. BARNETT, 1991, S. 78-84).

#### Ansatz A: „Verhältnis der Mittelwerte“

Als Schätzer für  $R_{hw}$  intuitiv nahe liegend ist das Verhältnis der Stichprobenmittelwerte von Erhebungs- und Hilfsmerkmal (engl. ratio of means oder ratio of the sample averages):

$$r_{hw} = \frac{y_{hw}}{x_{hw}} = \frac{\bar{y}_{hw}}{\bar{x}_{hw}}.$$

Obleich dieser Schätzer verzerrt ist, wird er doch sehr häufig verwendet. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass die Verzerrung von  $r_{hw}$  vernachlässigt werden kann, wenn der Stichprobenumfang  $n_{hw}$  hinreichend groß oder das Erhebungsmerkmal näherungsweise direkt proportional zum Hilfsmerkmal ist, wobei Letzteres empirisch überprüft werden kann. Hinzu kommt, dass mit wachsendem Stichprobenumfang sich die Verteilung des Schätzers  $r_{hw}$  einer Normalverteilung nähert, was die statistische Genauigkeitsbeurteilung vereinfacht.

#### Ansatz B: „Mittelwert der Verhältnisse“

Ein ebenfalls nahe liegender Schätzer für  $R_{hw}$  ist der Stichprobenmittelwert des Verhältnisses zwischen Erhebungs- und Hilfsmerkmal (engl. mean of ratios oder sample average ratio):

$$\bar{r}_{hw} = \frac{1}{n_{hw}} \sum_{i=1}^{n_{hw}} \frac{y_i}{x_i}.$$

Werden – was im vorliegenden Fall in guter Näherung zutrifft – die Fahrzeuge innerhalb der Schichten  $h$  bei jeder Welle  $w$  nach dem Verfahren der einfachen Zufallsauswahl (ohne Zurücklegen) gezogen, so besitzt der Schätzer  $\bar{r}_{hw}$  den Erwartungswert

$$\bar{R}_{hw} = \frac{1}{N_{hw}} \sum_{i=1}^{N_{hw}} \frac{Y_i}{X_i},$$

der mit der zu schätzenden Kennzahl  $R_{hw}$  im Allgemeinen nicht übereinstimmt (Verzerrung).

Dass dieser Schätzer seltener zur Anwendung kommt, liegt daran, dass ihm im Vergleich zum Ansatz A eine tendenziell stärkere Verzerrung und ein größerer mittlerer quadratischer Fehler zugeschrieben wird. Bei genauerer Betrachtung muss man allerdings sagen, dass derartige Verallgemeinerungen nur schwer zu rechtfertigen sind.

Zutreffend ist allerdings, dass die Verzerrung und der mittlere quadratische Fehler groß sein können, weshalb die Anwendbarkeit des Ansatzes B jeweils empirisch geprüft werden sollte. Dies wird dadurch möglich, dass die Verzerrung (bias)

$$\text{bias}(\bar{r}_{hw}) = E(\bar{r}_{hw}) - R_{hw} = \bar{R}_{hw} - R_{hw}$$

des Schätzers  $\bar{r}_{hw}$  durch

$$-(N_{hw} - 1)n_{hw} (\bar{y}_{hw} - \bar{r}_{hw} \bar{x}_{hw}) / ((n_{hw} - 1)X_{hw})$$

unverzerrt geschätzt werden kann, wenn der Totalwert  $X_{hw}$  des Hilfsmerkmals bekannt ist, was im vorliegenden Fall ja zutrifft.

Sollte sich erweisen, dass die Verzerrung zu vernachlässigen ist, so spricht nichts gegen die Verwendung des Schätzers  $\bar{r}_{hw}$ . Ist die Verzerrung im Verhältnis zum Erwartungswert sowie zur Varianz von  $\bar{r}_{hw}$  groß und dementsprechend nicht vernachlässigbar, so kann  $\bar{r}_{hw}$  um die geschätzte Verzerrung korrigiert werden, was zum nachfolgend dargestellten Ansatz C führt.

#### Ansatz C: „Hartley-Ross-Schätzer“

Korrigiert man den Schätzer  $\bar{r}_{hw}$  in der oben ange-deuteten Weise, so erhält man mit

$$r_{hw}^{(HR)} = \bar{r}_{hw} + \frac{(N_{hw} - 1)n_{hw} (\bar{y}_{hw} - \bar{r}_{hw} \bar{x}_{hw})}{(n_{hw} - 1)X_{hw}}$$

einen unverzerrten Schätzer für die Verhältniszahl  $R_{hw}$ , den sog. Hartley-Ross-Schätzer, dessen approximative Varianz geschätzt werden kann.

### Eignung der alternativen Ansätze

Die Eignung der oben skizzierten Schätzverfahren wurde auf empirischer Basis untersucht. Bei der endgültigen Entscheidung für das Verfahren zur Schätzung der Fahrleistung pro Anmelde tag spielen neben den rein statistischen Kriterien (Verzerrung, mittlerer quadratischer Fehler) auch Praktikabilitäts Gesichtspunkte sowie Anforderungen eine Rolle, die sich aus dem umfangreichen Tabellenprogramm (vgl. Kapitel 3.8.7) ergeben. Im Vorgriff auf spätere Ausführungen sei schon an dieser Stelle gesagt, dass letztlich dem Ansatz B der Vorrug gegeben wurde.

### Anmerkung

Wären alle Anmeldezeiten  $x_i$  der Stichprobenfahrzeuge innerhalb einer Schicht und Welle gleich groß, so würden die Ansätze A und B übereinstimmende Ergebnisse zur Fahrleistung je Anmelde tag liefern, da bei Gleichheit der fahrzeugspezifischen Anmeldezeiten

$$\frac{y_{hw}}{x_{hw}} = \frac{1}{n_{hw}} \sum_{i=1}^{n_{hw}} \frac{y_i}{x_i}$$

gilt.

### 3.8.6 Schätzung des Totalwerts der Inländerfahrleistung

Verwendet man zur Schätzung der Fahrleistung pro Anmelde tag den Ansatz A (Verhältnis der Summen bzw. Mittelwerte), so wird der Jahrestotalwert  $Y$  der Inländerfahrleistung durch

$$\hat{Y}^{(A)} = \sum_h \sum_w r_{hw} X_{hw}$$

geschätzt, wobei für jede Kombination von Schicht  $h$  und Welle  $w$  die Stichprobenkennzahl

$$r_{hw} = \frac{y_{hw}}{x_{hw}}$$

ein Schätzer für die Fahrleistung pro Anmelde tag ist und

$$Y_{hw} = (365/6)N_{hw}$$

die auf ZFZR-Basis in guter Näherung ermittelte Gesamtzahl der Fahrzeuganmeldetage für Schicht  $h$  und Welle  $w$  bezeichnet (Multiplikation des mittleren Anmeldebestands je Schicht und Welle mit der (mittleren) Anzahl der Kalendertage je Welle).

Der auf dem Ansatz A beruhende (separate) Verhältnisschätzer für den Totalwert  $Y$  der Inländerfahrleistung kann in Abhängigkeit von den schicht- und wellenspezifischen (mittleren) Anzahlen  $N_{hw}$  angemeldeter Fahrzeuge wie folgt dargestellt werden:

$$\hat{Y}^{(A)} = \frac{365}{6} \sum_h \sum_w \frac{y_{hw}}{x_{hw}} N_{hw} \quad (8)$$

Gründe, die im nächsten Kapitel dargestellt werden, sprechen dafür, Gleichung (8) dadurch zu modifizieren, dass das Verhältnis

$$r_{hw} = \frac{y_{hw}}{x_{hw}}$$

der Stichprobensummen von Ziel- und Hilfsmerkmal durch den Stichprobenmittelwert des Verhältnisses von Ziel- und Hilfsmerkmal

$$\bar{r}_{hw} = \frac{1}{n_{hw}} \sum_{i=1}^{n_{hw}} \frac{y_i}{x_i}$$

ersetzt wird, was einem Übergang vom Ansatz A zum Ansatz B entspricht. Beide Stichprobenkennzahlen sind gemäß Kapitel 3.8.5. Schätzer für die mittlere Fahrleistung pro Anmelde tag.

Der auf dem Ansatz (B) beruhende Schätzer für den Jahrestotalwert der Inländerfahrleistung ist durch

$$\hat{Y}^{(B)} = \frac{365}{6} \sum_h \sum_w \frac{N_{hw}}{n_{hw}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{hw}} \frac{y_i}{x_i} \quad (9)$$

gegeben, was auch in der Form

$$\hat{Y}^{(B)} = \frac{365}{6} \sum_h \sum_w N_{hw} \bar{r}_{hw} \quad (9a)$$

dargestellt werden kann. Bezeichnet man mit

$$\bar{r}_{hw}^* = \frac{365}{6} \bar{r}_{hw}$$

den Stichprobenmittelwert der Fahrleistung pro Kfz und Welle (Dimension: Fzghm pro 365/6 = 60,8 Fahrzeuganmeldetage), so erhält man für den Totalwertschätzer die Darstellung

$$\hat{Y}^{(B)} = \sum_h \sum_w N_{hw} \bar{r}_{hw}^* \quad (9b)$$

Man kann  $\hat{Y}^{(B)}$  also auch als Totalwertschätzer für den Fall einer geschichteten Stichprobe interpretieren, wobei

$$r_i^* = (365/6) \frac{y_i}{x_i}$$

die Analysevariable ist.

### 3.8.7 Fahrleistungskennzahlen für Untergruppen von Fahrzeugen

Zur Hochrechnung der Fahrleistungen von Fahrzeugen, die im Hinblick auf gewisse Fahrzeug- oder Haltermerkmale eine bestimmte Merkmalsausprägung oder Kombination von Merkmalsausprägungen,  $m$ , aufweisen (im Folgenden kurz „ $m$ -Fahrzeuge“ genannt), wird im Wesentlichen analog zum vorherigen Kapitel vorgegangen. Da die „ $m$ -Fahrzeuge“ ( $m = 1, 2, \dots, M$ ) eine „Untergruppe“ der Gesamtheit aller Fahrzeuge darstellen, wird im Folgenden auch von der „Untergruppe  $m$ “ gesprochen.

Sofern zur Untergliederung des Jahrestotalwerts der Fahrleistung Merkmale benutzt werden, die keine Schichtungsmerkmale sind, muss die Anzahl der  $m$ -Fahrzeuge je Schicht  $h$  und Welle  $w$  in der Grundgesamtheit anhand der Stichprobe geschätzt werden (nur für die Schichtungsmerkmale liegen aus den ZFZR-Auszählungen die Häufigkeiten der Merkmalsausprägungen vor). Die Anzahl der  $m$ -Fahrzeuge benötigt man, um die Gesamtzahl der Anmelde-tage dieser Fahrzeuge schätzen zu können.

Mit der Konvention, dass sich der zusätzliche Index  $m$  stets auf eine einzelne Merkmalsausprägung oder eine Kombination von Merkmalsausprägungen bezieht, kann die bisherige Notation übernommen werden.

Der Schätzer für die Anzahl der  $m$ -Fahrzeuge in der Grundgesamtheit berechnet sich (je Schicht  $h$  und Welle  $w$ ) zu

$$\hat{N}_{hwm} = \frac{n_{hwm}}{n_{hw}} \cdot N_{hw} \quad (10)$$

Unter dem Ansatz B ergibt sich der Schätzer für die Gesamtfahrleistung von  $m$ -Fahrzeugen zu

$$\hat{Y}_m^{(B)} = \frac{365}{6} \sum_h \sum_w \frac{\hat{N}_{hwm}}{n_{hwm}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{hwm}} \frac{y_i}{x_i} \quad (11)$$

was wegen (10)

$$\hat{Y}_m^{(B)} = \frac{365}{6} \sum_h \sum_w \frac{N_{hw}}{n_{hw}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{hwm}} \frac{y_i}{x_i} \quad (12)$$

bzw.

$$\hat{Y}_m^{(B)} = \frac{365}{6} \cdot \sum_h \sum_w \frac{N_{hw}}{n_{hw}} \sum_{i \in U_{hwm}} r_i \quad (12a)$$

entspricht ( $U_{hwm}$  bezeichnet die Menge der Stichprobenfahrzeuge der Schicht  $h$  und Welle  $w$ , welche zur Untergruppe  $m$  gehören).

In der Darstellung (12) bzw. (12a) werden die praktischen Vorzüge des Ansatzes B gegenüber dem Ansatz A deutlich:

Die Verwendung von  $\frac{1}{n_{hwm}} \sum_{i=1}^{n_{hwm}} \frac{y_i}{x_i}$  anstelle von

$\frac{y_{hwm}}{x_{hwm}}$  zur Schätzung der Fahrleistung pro Anmelde-tage führt dazu, dass – wie man leicht nachrechnet – die Konsistenzbedingung

erfüllt ist, was für den Ansatz A nicht gilt.

$$\hat{Y}^{(B)} = \sum_m \hat{Y}_m^{(B)}$$

erfüllt ist, was für den Ansatz A nicht gilt.

Unter dem Ansatz B ist also gewährleistet, dass bei der Tabellierung von Hochrechnungsergebnissen, unabhängig von den gewählten Gliederungsmerkmalen, die Summe der Fahrleistungsschätzwerte für die  $M$ -Untergruppen stets der geschätzten Gesamtsumme der Fahrleistungen entspricht. Bei Ansatz A kann demgegenüber die Summe der untergruppenspezifischen Fahrleistungsschätzwerte je nach verwendetem Gliederungsmerkmal unterschiedlich ausfallen. Dies würde dazu führen, dass sich die „Eckwerte“ der Fahrleistung von Tabelle zu Tabelle unterscheiden. Die Sicherstellung der Konsistenz von Hochrechnungsergebnissen ist im Hinblick auf die Vielzahl der zu erstellenden Tabellen ein wichtiges Kriterium bei der Entscheidung für ein Hochrechnungsverfahren.

### 3.8.8 Varianzschätzung

Für die Beurteilung der Hochrechnungsgenauigkeit benötigt man eine Schätzung der Varianz bzw. des Standardfehlers des verwendeten Schätzers für die Gesamtfahrleistung. Hierfür stehen grundsätzlich zwei verschiedene Konzepte zur Verfügung:

- Näherungsverfahren<sup>49</sup>, bei denen aus der Stichprobe mehrere Unterstichproben gezogen und getrennt hochgerechnet werden. Mithilfe der Varianz der Unterstichproben-Schätzwerte kann der gesuchte Standardfehler für den Schätzer der Gesamtstichprobe geschätzt werden (Serienverfahren nach Deming, Jackknife-Methode, Bootstrap-Verfahren).
- Schätzung des Standardfehlers unter Verwendung spezieller, auf das jeweilige Auswahl- und Schätzverfahren abgestimmter Schätzformeln (hier: geschichtete Stichprobe, separate Verhältnisschätzung in Verbindung mit dem Ansatz B zur Schätzung der Fahrleistung je Anmelde-tag).

Zu beiden Konzepten der Varianzschätzung liegen aus den Vorläuferprojekten Erfahrungen vor.

Bei den Fahrleistungserhebungen 1990 und 1993 wurde das Serienverfahren zur Schätzung von Standardfehlern benutzt. Dieses Verfahren nutzt den Umstand aus, dass das Auswahlverfahren der Halterbefragung „quasireplikativ“ angelegt ist, sodass ein Schätzwert für die Varianz des Totalwertschätzers  $\hat{Y}$  auf Basis der serienspezifischen Totalwertschätzungen berechnet werden kann (vgl. HAUTZINGER et al. 1996, S. 33-35).

Bei der Fahrleistungserhebung 2002 wurde zur Ermittlung der Präzision der Stichprobenergebnisse das Konzept der Varianzschätzung mittels spezifischer Schätzfunktionen für den Standardfehler gewählt. Nachdem bei der Hochrechnung der Halterbefragung 2014 analog zur Fahrleistungserhebung 2002 verfahren wird, wurde der Varianzschätzung wieder das Konzept einer spezifischen, d. h. am Auswahl- und Hochrechnungsverfahren orientierten, Schätzfunktion für den Standardfehler zugrunde gelegt.

Geht man von Gleichung (9a) aus, so kann die Varianz des Totalwertschätzers  $\hat{Y}^{(B)}$  wie folgt geschrieben werden:

$$\text{var}(\hat{Y}^{(B)}) = \sum_h \sum_w \left( \frac{365}{6} N_{hw} \right)^2 \text{var}(\bar{r}_{hw}).$$

Unter dem Modell der einfachen Zufallsauswahl je Schicht und Welle (Ziehen ohne Zurücklegen) gilt:

$$\text{var}(\bar{r}_{hw}) = \left( 1 - \frac{n_{hw}}{N_{hw}} \right) \frac{S_{rhw}^2}{n_{hw}} = \left( \frac{1}{n_{hw}} - \frac{1}{N_{hw}} \right) S_{rhw}^2,$$

wobei  $S_{rhw}^2$  die mittlere quadratische Abweichung der Werte  $r_i = y_i/x_i$  in der Grundgesamtheit bezeichnet. Da  $S_{rhw}^2$  durch

$$s_{rhw}^2 = \frac{1}{n_{hw} - 1} \sum_{i=1}^{n_{hw}} (r_i - \bar{r}_{hw})^2 \quad (13)$$

geschätzt wird (BARNETT, 1991, S. 79-80), ist

$$s^2(\hat{Y}^{(B)}) = \sum_h \sum_w \left( \frac{365}{6} N_{hw} \right)^2 \left( \frac{1}{n_{hw}} - \frac{1}{N_{hw}} \right) s_{rhw}^2 \quad (14)$$

der gesuchte Schätzer für  $\text{var}(\hat{Y}^{(B)})$ .

Bei der Schätzung der Varianz  $\text{var}(\hat{Y}_m^{(B)})$  der geschätzten Gesamtfahrleistung der Fahrzeuge der Untergruppe  $m$  kann Gleichung (14) in Verbindung mit (13) verwendet werden. Es ist lediglich die Analysevariable  $r_i$  durch die Variable  $\tilde{r}_i$  zu ersetzen, die für alle Stichprobenfahrzeuge, welche nicht zur Untergruppe  $m$  gehören, den Wert Null besitzt (vgl. KRUG, NOURNEY und SCHMIDT, 1999, S. 115 ff.).

Für die Schätzung von  $\text{var}(\hat{Y}_m^{(B)})$  muss nur die Grundvoraussetzung  $n_{hw} \geq 2$  für sämtliche Schichten und Wellen erfüllt sein. Kommen in einer Schicht und Welle keine Fahrzeuge aus der Untergruppe  $m$  vor, so trägt diese Schicht und Welle nicht zum Schätzwert für  $\text{var}(\hat{Y}_m^{(B)})$  bei. Tritt in einer Schicht und Welle nur ein einzelnes Fahrzeug aus der Untergruppe  $m$  auf, d. h. ist  $n_{hwm} = 1$ , so ergibt sich gemäß (13) der Varianzbeitrag  $r_{hwm}^2 / n_{hwm}$ . Bemerkenswerterweise kann also – solange die oben genannte Grundvoraussetzung erfüllt ist – eine Fehlerrechnung für gegliederte Ergebnisse auch dann durchgeführt werden, wenn in einzelnen Kombinationen von Schicht und Welle Fahrzeuge einer in Rede stehenden Untergruppe überhaupt nicht vorkommen oder diese Untereinem Fahrzeug vertreten ist.

<sup>49</sup> Vgl. z. B. KRUG et al. 1999, S. 208-209. Näherungsverfahren bieten sich bei komplexen Stichprobendesigns an und kommen hier speziell im Zusammenhang mit den Ansätzen B und C in Betracht.

### 3.8.9 Methodische Besonderheiten bei Kfz mit Versicherungskennzeichen

#### Methodische Konsequenzen der Besonderheiten des Registers der Kfz mit Versicherungskennzeichen

Zulassungsfreie Kraftfahrzeuge mit Versicherungskennzeichen benötigen jeweils ab dem 01.03. eines Jahres ein neues Versicherungskennzeichen,<sup>50</sup> welches vom betreffenden Versicherungsunternehmen zusammen mit bestimmten Fahrzeug- und Haltermerkmalen sowie Angaben zum Versicherungsbeginn dem KBA gemeldet wird. Da diese Meldungen dort mit zum Teil nicht unerheblicher Zeitverzögerung eintreffen, sind die beim KBA vorliegenden Bestandszahlen zu den Fahrzeugen mit Versicherungskennzeichen zunächst unvollständig. Tabelle 24 zeigt für 6 verschiedene Zeitpunkte<sup>51</sup> innerhalb der Versicherungsjahre 2013/14 bzw. 2014/15 die Zahl der jeweils bis dahin gemeldeten Kfz mit Versicherungskennzeichen.

Wie man sieht, baut sich das beim KBA geführte Register der zulassungsfreien Kfz mit Versicherungskennzeichen im Verlauf eines Versicherungsjahres erst allmählich auf. Mit Blick auf die Halterbefragung 2014 heißt dies, dass letztlich erst nach Ablauf des am 28.02.2015 endenden Versicherungsjahres bekannt ist, wie viele der hier in Rede stehenden Fahrzeuge im Hochrechnungszeitraum der Halterbefragung (01.01. bis 31.12.2014) am Straßenverkehr teilnehmen durften.

Die geschilderte Meldepraxis der Versicherungsunternehmen hat Auswirkungen auf das Auswahl- und das Hochrechnungsverfahren:

<sup>50</sup> Der Versicherungsbeginn kann dabei vom Versicherungsnehmer (Fahrzeughalter) innerhalb des Versicherungsjahres frei gewählt werden (Beginn März, Beginn April, ...).

<sup>51</sup> Tag des Bestandsabzugs der Wellen 1 bis 6.

<sup>52</sup> Auch bei den Kfz mit amtlichem Kennzeichen kann die Gesamtzahl der Anmelde tage, die auf eine bestimmte Hochrechnungsperiode entfallen, nur näherungsweise ermittelt werden (Multiplikation des Näherungswerts für den mittleren Anmeldebestand der Periode mit der Periodenlänge in Tagen).

- Die den einzelnen Wellen der Halterbefragung vorgelagerte Stichprobenziehung erfolgt jeweils aus einem noch unvollständigen Fahrzeugregister (undercoverage). Damit haben nicht alle Fahrzeuge, deren Versicherungszeitraum den wellenspezifischen Befragungszeitraum überdeckt, eine von null verschiedene Auswahlchance.
- Zur Hochrechnung der erhobenen Fahrleistungsdaten nach dem Verfahren der Verhältnisschätzung benötigt man für jede der 6 Perioden (Wellen), in die das Bezugsjahr 2014 unterteilt ist, analog zur „Gesamtanmeldedauer“ die „Gesamtversicherungsdauer“ der Fahrzeuge untergliedert nach Schichten. Wie nachfolgend noch detaillierter beschrieben, konnte bei der Halterbefragung 2014 der für die Fahrleistungsschätzung maßgebliche Bestand der versicherten Fahrzeuge für jede Schicht und Welle mit hoher Genauigkeit ermittelt werden. Möglich wurde dies durch Rückgriff auf das Bestandsregister zum 01.01.2015, welches für jedes zu diesem Zeitpunkt erfasste zulassungsfreie Fahrzeug Angaben zum Versicherungsbeginn enthält. Mithilfe dieses Registers ließ sich in guter Näherung ermitteln, wie viele „Versicherungstage“ von zulassungsfreien Kfz insgesamt auf die Hochrechnungsperioden (Wellen) 2 bis 6 des Bezugsjahres 2014 entfallen.<sup>52</sup> Für Welle 1 (Periode Januar/Februar 2014) wurde das Fahrzeugregister zum Versicherungsjahr 2013/14 mit Stand vom 18.01.2014 herangezogen.

#### Schätzung der Gesamtfahrleistung

Nach den obigen Ausführungen ist klar, dass sich das Hochrechnungsverfahren für die Fahrzeuggruppe Kfz mit Versicherungskennzeichen von demjenigen der Kfz mit amtlichem Kennzeichen lediglich darin unterscheidet, dass das Hilfsmerkmal „Zahl der Versicherungstage“ an die Stelle des Merkmals „Zahl der Anmelde tage“ tritt.

Wendet man wieder das Verfahren der separaten Verhältnisschätzung an, so geht es zunächst für alle Schichten  $h$  und Hochrechnungsperioden  $w$  um

Stichtag	02.11.13	18.01.14	23.03.14	25.05.14	26.07.14	27.09.14
Versicherungsjahr	2013/14	2013/14	2014/15	2014/15	2014/15	2014/15
gemeldete Kfz mit Versicherungskennzeichen	1.989.551	2.077.104	814.797	1.433.978	1.741.967	1.959.612

Tab. 24: Im Fahrzeugregister erfasste Kfz mit Versicherungskennzeichen zu unterschiedlichen Stichtagen

die Schätzung der Grundgesamtheitskennzahl „Fahrleistung je Versicherungstag“

$$R_{hw}^* = \frac{Y_{hw}}{T_{hw}} \quad (15)$$

wobei

$Y_{hw}$  den Grundgesamtheitstotalwert der Fahrleistung (in km), die von den Fahrzeugen der Schicht  $h$  in der Periode  $w$  erbracht wird und

$T_{hw}$  den Grundgesamtheitstotalwert der Versicherungsdauer (in Tagen) der Fahrzeuge der Schicht  $h$  in der Periode  $w$

bezeichnet.

Schätzt man wie zuvor die Fahrleistung je Versicherungstag mithilfe des Ansatzes B (Mittelwert der Verhältnisse), so dient

$$\hat{R}_{hw}^* = \bar{r}_{hw}^* = \frac{1}{n_{hw}} \sum_{i=1}^{n_{hw}} \frac{y_i}{t_i} \quad (16)$$

als Schätzer für  $R_{hw}^*$ . Hierbei ist

$n_{hw}$  die Zahl der für die Periode<sup>53</sup>  $w$  in die Stichprobe gelangten Fahrzeuge aus Schicht  $h$ ,

$y_i$  die aus den beiden Tachostandsangaben des Fahrzeughalters ermittelte Fahrleistung (km) des  $i$ -ten Stichprobenfahrzeugs im Berichtszeitraum und

$t_i$  die Versicherungsdauer des  $i$ -ten Stichprobenfahrzeugs, d. h. die Anzahl seiner Versicherungstage, im Berichtszeitraum ( $i = 1, \dots, n_{hw}$ ).<sup>54</sup>

Die Gesamtfahrleistung  $Y$  der Kfz mit Versicherungskennzeichen (Summe über alle Schichten  $h$  und Perioden  $w$ ) wird bei Anwendung des Verfahrens der separaten Verhältnisschätzung in Verbindung mit dem Ansatz B für die Schätzung der schicht- und periodenspezifischen Fahrleistung je Versicherungstag durch

$$\hat{Y} = \sum_h \sum_w \hat{R}_{hw}^* T_{hw} \quad (17)$$

geschätzt, wobei  $T_{hw}$  die auf Basis des Fahrzeugregisters ermittelte Gesamtzahl der Versicherungstage der Fahrzeuge der Schicht  $h$  in der Periode  $w$  ist.

Wie die schicht- und wellenspezifischen Grundgesamtheitstotalwerte  $T_{hw}$  des Hilfsmerkmals berech-

net worden sind, wurde oben bereits skizziert. Das Vorgehen im Einzelnen lässt sich wie folgt beschreiben:

Für die im Register (Stand 01.01.2015) erfassten Fahrzeuge liegt das Merkmal „Änderungsdatum“ vor, welches als Beginn des Versicherungszeitraums im Versicherungsjahr 2014/2015<sup>55</sup> zu interpretieren ist. Man kann demnach für jedes der  $N_{0h}$  Fahrzeuge aus der Schicht  $h$ , die am 01.01.2015 in der Bestandsdatei des KBA erfasst sind, ermitteln, ab welchem Kalendermonat des Jahres 2014 das Fahrzeug zum Bestand der versicherten Kfz gehört. Mit diesen Informationen ist man in der Lage, für die Wellen 2 bis 6 (d. h. die Zeiträume März/April bis November/Dezember) den Bestand der versicherten Kfz zahlenmäßig anzugeben. Durch Multiplikation der schicht- und wellenspezifischen Fahrzeugbestände mit der mittleren Anzahl von Kalendertagen je Welle ( $365/6 = 60,8$ ) ergeben sich schließlich die für die Verhältnisschätzung benötigten Eckwerte  $T_{hw}$  ( $w = 2, \dots, 6$ ).

Für die Welle  $w = 1$  (Jan/Feb 2014) mussten die Eckwerte  $T_{h1}$  des Hilfsmerkmals auf anderem Wege bestimmt werden, da der fragliche Zeitraum nicht zum Versicherungsjahr 2014/2015 gehört. Der für den Zeitraum Jan/Feb 2014 maßgebliche Fahrzeugbestand wurde mit dem zum Stichtag 18.01.2014 (Tag der Bestandssicherung für Welle 2 der Halterbefragung) ermittelten Bestand gleichgesetzt. Auch diese Bestandsgröße weist eine hohe Genauigkeit auf, da die Zahl der Fahrzeuge mit Versicherungskennzeichen, die kurz vor Ablauf des Versicherungsjahres (28.02.2014) neu hinzukommen, vernachlässigt werden kann.

<sup>53</sup> Die Schätzungen für die erste, zweite usw. Hochrechnungsperiode werden auf Basis der Daten aus der ersten, zweiten usw. Befragungswelle durchgeführt, was einer Gleichsetzung von Hochrechnungsperiode und Befragungswelle entspricht. Der Umstand, dass die individuellen Berichtszeiträume der in Welle 1 ausgewählten Fahrzeuge variieren und nicht perfekt mit der Hochrechnungsperiode 1 übereinstimmen (analog Wellen 2, 3 usw.), muss aus bereits genannten Gründen nicht weiter problematisiert werden.

<sup>54</sup> Da es bei den Fahrzeugen mit Versicherungskennzeichen keine „vorübergehende Abmeldung“ gibt, kann man unterstellen, dass die Zahl der Versicherungstage der Stichprobenfahrzeuge in ihrem jeweiligen Berichtszeitraum mit der Länge ihres Berichtszeitraums (Zeitabstand zwischen den beiden Tachostandsablesungen in Tagen) übereinstimmt.

<sup>55</sup> Zeitraum 01.03.2014 bis 28.02.2015. Das Versicherungsjahr 2014/2015 ist gegenüber dem Untersuchungsjahr 2014 also um 2 Kalendermonate versetzt.

Das beschriebene Vorgehen lieferte folgende wellenspezifische Bestandszahlen:

Welle	Zeitraum	Mittl. Gesamtzahl der Kfz mit Versicherungskennzeichen
1	Jan/Feb	2.077.104
2	März/April	1.264.620
3	Mai/Juni	1.632.105
4	Juli/Aug	1.888.765
5	Sept/Okt	2.015.858
6	Nov/Dez	2.065.475

Diese Bestandszahlen liegen untergliedert nach 20 Schichten von Kfz mit Versicherungskennzeichen vor.

### Schätzung des Totalwerts der Fahrleistung für Untergruppen von Fahrzeugen

Soll die Gesamtfahrleistung 2014 für eine Untergruppe<sup>56</sup>  $m$  von Fahrzeugen mit Versicherungskennzeichen geschätzt werden (Fahrzeuge aus der Untergruppe  $m$  finden sich in verschiedenen Schichten  $h$  und Perioden  $w$ ), so ist

$$\hat{Y}_m = \sum_h \sum_w \hat{R}_{hwm}^* \hat{T}_{hwm} \quad (18)$$

als Schätzer für den Fahrleistungstotalwert  $Y_m$  zu verwenden. Hierbei ist

$$\hat{R}_{hwm}^* = \frac{1}{n_{hwm}} \sum_{i=1}^{n_{hwm}} \frac{y_i}{t_i} \quad (19)$$

der auf Welle  $w$  bezogene Stichprobenmittelwert des Merkmals „Fahrleistung je Versicherungstag“ für die Fahrzeuge der Untergruppe  $m$  aus der Schicht  $h$  (das Symbol  $n_{hwm}$  bezeichnet die Stichprobenanzahl dieser Fahrzeuge). Die für die separate Verhältnisschätzung benötigten Hilfsvariablen-summen  $T_{hwm}$  können in aller Regel nicht aus Registerdaten berechnet werden, da man die Untergruppen meist unter Bezugnahme auf Befragungsmerkmale (nicht Registermerkmale) abgrenzt. In dieser Situation bietet sich

$$\hat{T}_{hwm} = \frac{n_{hwm}}{n_{hw}} T_{hw} \quad (20)$$

als Schätzer für  $T_{hwm}$  an.

### Fahrleistungssumme bezogen auf den mittleren Fahrzeugbestand

Neben der Gesamtfahrleistung 2014 der Fahrzeuge mit Versicherungskennzeichen interessiert auch die auf den mittleren Fahrzeugbestand 2014 bezogene Gesamtfahrleistung. Unter dem „mittleren Bestand“ zulassungsfreier Fahrzeuge mit Versicherungskennzeichen ist die Größe

$$\bar{N} = \frac{1}{365} \sum_h \sum_w T_{hw} = \frac{1}{6} \sum_h \sum_w N_{hw} \quad (21)$$

zu verstehen, also das Verhältnis zwischen der Gesamtzahl der auf das Jahr 2014 entfallenden Versicherungstage von zulassungsfreien Fahrzeugen und der Gesamtzahl der Kalendertage des Jahres 2014. Wie man sieht, kann die Kennzahl  $\bar{N}$  auch als arithmetisches Mittel der wellenspezifischen Bestände versicherter Fahrzeuge gedeutet werden (Mittelwert über die 6 Wellen der Halterbefragung). Die Verhältniszahl

$$\hat{Y} / \bar{N} \quad (22)$$

wobei  $\hat{Y}$  die gemäß (17) geschätzte Fahrleistungssumme bezeichnet, ist ein Schätzer für die Kennzahl „Gesamtfahrleistung 2014 bezogen auf den mittleren Fahrzeugbestand 2014“.

Interessiert man sich für die auf den mittleren Fahrzeugbestand bezogene Gesamtfahrleistung einer Untergruppe  $m$ , so verwendet man als Bezugsgröße für die geschätzte Fahrleistungssumme  $\hat{Y}_m$  den auf Stichprobenbasis geschätzten mittleren Fahrzeugbestand der betreffenden Untergruppe.

## 4 Inländerfahrleistung: Eckwerte 2014 und zeitliche Veränderung

### 4.1 Hochrechnungen zur Inländerfahrleistung 2014

#### 4.1.1 Datengrundlage der Hochrechnung

Im Folgenden werden nunmehr die Ergebnisse der Hochrechnungen und Analysen zur Inländerfahrleistung 2014 dargestellt. Das vorliegende Kapitel 4.1 ist hierbei der Schätzung der Inländerfahrleistung untergliedert nach Fahrzeug- bzw. Haltergruppen gewidmet. Empirische Basis dieser Schätzung ist die Halterbefragung im Rahmen der FLE 2014.

<sup>56</sup> Untergruppen sind Teilgesamtheiten, deren Elemente sich über die Schichten der Grundgesamtheit verteilen. Untergruppen sind nicht mit einzelnen Schichten oder Kombinationen von Schichten identisch. Beispiel: Fahrzeuge mit Versicherungskennzeichen, deren Hauptnutzer erwerbstätig ist.

Fahrzeuggruppe	Rücklaufquote bei Halterbefragung in %	Anzahl Kfz mit Antworten in der Anfangs- und Schlussbefragung	davon für die Fahrleistungsschätzung verwertbar in %	Anzahl Kfz mit verwertbaren Angaben für die Fahrleistungsschätzung
Krafträder	40,8	3.715	78,7	2.923
Personenkraftwagen (private Halter)	47,6	23.902	91,9	21.976
Personenkraftwagen (gewerbliche Halter)	40,8	7.663	85,5	6.550
Kraftomnibusse	77,5	3.523	93,1	3.280
Lastkraftwagen (private Halter)	35,0	7.669	90,0	6.684
Lastkraftwagen (gewerbliche Halter)	54,9	15.106	88,5	13.523
Sattelzugmaschinen	75,0	6.226	88,4	5.501
Sonstige Zugmaschinen	39,8	2.334	40,9	954
Sonstige Kraftfahrzeuge	61,6	2.903	82,9	2.406
Kfz mit Versicherungskennzeichen	33,4	3.938	72,5	2.855
Insgesamt	47,3	76.979	86,6	66.652

Tab. 25: Stichprobenumfang der Halterbefragung zur Kfz-Fahrleistung 2014

Aus der Halterbefragung 2014 liegen verwertbare Angaben zur Fahrleistung von rund 66.700 Kraftfahrzeugen vor. Erläuterungen zur Verwertbarkeit der Antworten finden sich in Kapitel 3.5.7. Die Kraftfahrzeuge in der Stichprobe, für welche verwertbare Angaben zur Fahrleistung vorliegen, verteilen sich gemäß Tabelle 25 auf die verschiedenen Kraftfahrzeuggruppen.

Auf Basis der Fahrzeugstichprobe können Schätzungen der Fahrleistung von Kraftfahrzeugen, die in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2014 mit amtlichem Kennzeichen oder Versicherungskennzeichen im ZFZR registriert waren, vorgenommen werden. Einzelheiten des Hochrechnungsverfahrens sind in Kapitel 3.8 dargestellt. Nicht in die nachfolgend beschriebenen Hochrechnungen einbezogen sind die in Kapitel 3.3.2 genannten Fahrzeuggruppen.

#### 4.1.2 Eckwerte der Inländerfahrleistung 2014

Rechnet man die Daten der Halterbefragung hoch, so führt dies zu dem Ergebnis, dass die im Jahr 2014 in der Bundesrepublik Deutschland angemeldeten Kraftfahrzeuge mit amtlichem Kennzeichen sowie der Kraftfahrzeuge mit Versicherungskennzeichen im betreffenden Jahr auf in- und ausländischen Straßen eine Fahrleistung von zusammen ca. 707 Mrd. km erbracht haben.

Generiert wurde diese Kilometersumme von insgesamt rund 53,5 Mio. Fahrzeugen (mittlerer Kfz-Anmeldebestand). Tabelle 26 fasst die Hauptergebnisse der Hochrechnung zusammen.

Der ganz überwiegende Teil, nämlich 598,7 Mrd. km oder 85 % des Totalwertes der Inländerfahrleistung entfällt auf Personenkraftwagen (inkl. Wohnmobile). Güterkraftfahrzeuge (Lastkraftwagen und Zugmaschinen) haben im Jahr 2014 eine Fahrleistung von rund 84 Mrd. km erbracht, was ca. 12 % der gesamten Inländerfahrleistung entspricht.

Wenn man den Totalwert der Jahresfahrleistungen auf den mittleren Kfz-Anmeldebestand 2014 bezieht, erhält man eine mittlere Fahrleistung von 13.220 km pro Fahrzeug und Jahr (genauer: 13.220 km pro 365 Fahrzeuganmeldetage bzw. pro 1 Kfz-Anmeldejahr). Ohne die Fahrzeuge mit Versicherungskennzeichen erhöht sich dieser Mittelwert auf 13.598 km. Die höchste Durchschnittsfahrleistung findet man mit 99.700 km pro Jahr bei den Sattelzugmaschinen. Personenkraftwagen werden im Durchschnitt pro Jahr rund 13.600 km gefahren. Tabelle 27 zeigt den Teil der Inländerfahrleistung, der im Ausland erbracht wird.

Insgesamt werden nach Angaben der befragten Halter rund 3 % der Fahrleistung inländischer Kfz im Ausland zurückgelegt (21,25 Mrd. km).

Fahrzeuggruppe	Inländerfahrleistung 2014		mittlerer Kfz-Anmeldebestand 2014		Fahrleistung pro Kfz u. Jahr
	in Mio. km	in %	in 1.000 Kfz	in %	in km
Krafträder	12.368,1	1,7	4.148,0	7,8	2.982
Personenkraftwagen	598.704,7	84,7	44.126,1	82,5	13.568
Kraftomnibusse	3.955,9	0,6	77,1	0,1	51.309
Lastkraftwagen	63.875,7	9,0	2.673,6	5,0	23.891
Sattelzugmaschinen	19.309,5	2,7	193,7	0,4	99.692
Sonstige Zugmaschinen	559,5	0,1	132,9	0,2	4.209
Sonstige Krafffahrzeuge	3.626,5	0,5	304,2	0,6	11.921
Kfz mit Versicherungskennzeichen	4.618,4	0,7	1.823,8	3,4	2.532
Insgesamt	707.018,3	100,0	53.479,5	100,0	13.220

Tab. 26: Inländerfahrleistung 2014 gegliedert nach Fahrzeuggruppe

Fahrzeuggruppe	Inländerfahrleistung 2014 (in Mio. km)		Auslandanteil	Fahrleistung pro Kfz u. Jahr (in km)	
	insgesamt	davon im Ausland	in %	insgesamt	im Ausland
Krafträder	12.368,1	1.015,3	8,2	2.982	245
Personenkraftwagen	598.704,7	17.773,4	3,0	13.568	403
Kraftomnibusse	3.955,9	170,6	4,3	51.309	2.213
Lastkraftwagen	63.875,7	887,1	1,4	23.891	332
Sattelzugmaschinen	19.309,5	1.246,6	9,4	99.692	6.436
Sonstige Zugmaschinen	559,5	3,6	0,6	4.209	27
Sonstige Krafffahrzeuge	3.626,5	43,7	1,2	11.921	144
Kfz mit Versicherungskennzeichen	4.618,4	106,9	2,3	2.532	59
Insgesamt	707.018,3	21.247,3	3,0	13.220	397

Tab. 27: Inländerfahrleistung 2014 gegliedert nach Fahrzeuggruppe und Territorium der Fahrleistungserbringung

Zieht man diesen Auslandsanteil von der gesamten Inländerfahrleistung ab, gelangt man zur Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen, welche über alle Fahrzeuggruppen bei rund 685,8 Mrd. km liegt. Die höchsten Auslandsanteile finden sich bei Krafträdern und Sattelzugmaschinen. Über alle Fahrzeugarten werden pro Kfz und Jahr knapp 400 km im Ausland gefahren, hier liegen – mit deutlichem Abstand – Sattelzugmaschinen und Busse an der Spitze (6.436 bzw. 2.213 Auslandskilometer pro Fahrzeug und Jahr).

Unterschiede im Hinblick auf die Gesamt- und Durchschnittsfahrleistungen gibt es nicht nur zwischen den einzelnen Krafffahrzeuggruppen. Auch innerhalb dieser Gruppen variiert die Fahrleistung beträchtlich. Tabelle 28 zeigt die Aufgliederung

des Fahrzeugbestands und der Jahresfahrleistung innerhalb der Kfz-Gruppen nach Fahrzeugarten (bei Pkw: Haltergruppen). Wie man sieht, fällt innerhalb der Fahrzeuggruppen die mittlere Jahresfahrleistung je nach Fahrzeugart bzw. Haltergruppe sehr unterschiedlich aus. Dies hängt damit zusammen, dass Art und Intensität der Nutzung von Krafffahrzeugen eng mit den technischen Fahrzeugmerkmalen korreliert.

Die höchsten durchschnittlichen Fahrleistungen findet man bei Sattelzugmaschinen im gewerblichen Verkehr und Fernlinienbussen mit 110.600 bzw. 194.300 km/Jahr. Sehr niedrig sind demgegenüber mit 3.000 km/Jahr die mittleren Jahresfahrleistungen der motorisierten Zweiräder.

Fahrzeugart bzw. Haltergruppe	Inländerfahrleistung 2014 (in Mio. km)	mittlerer Kfz-Anmeldebestand 2014 (in 1.000 Kfz)	Fahrleistung pro Kfz und Jahr (in km)
<b>Fahrzeuggruppe: Krafträder</b>			
Leichtkrafträder mit Verbrennungsmotor	1.390,6	749,5	1.855
Motorräder/-roller mit Verbrennungsmotor	10.945,7	3.392,4	3.227
Krafträder (Leichtkrafträder/Motorräder/-roller) mit Elektroantrieb	31,8	6,2	5.162
Insgesamt	12.368,1	4.148,0	2.982
<b>Fahrzeuggruppe: Personenkraftwagen</b>			
private Halter	489.125,1	39.657,0	12.334
gewerbliche Halter	109.579,6	4.469,1	24.519
Insgesamt	598.704,7	44.126,1	13.568
<b>Fahrzeuggruppe: Kraftomnibusse</b>			
Standardlinienbusse <sup>1</sup>	2.197,4	42,5	51.744
Überlandlinienbusse <sup>1</sup>	618,4	13,9	44.489
Reisebusse <sup>1</sup>	847,6	12,9	65.745
Sonstige Busse <sup>1</sup>	214,3	6,2	34.522
Insgesamt (inkl. k. A.)	3.955,9	77,1	51.309
<b>Fahrzeuggruppe: Lkw gewerblicher Halter</b>			
gewerblicher Verkehr	9.171,2	175,7	52.211
Sonstige Branchen	36.968,4	1.558,4	23.722
Nicht zuordbar	292,8	19,1	15.363
Insgesamt	46.432,4	1.753,1	26.486
<b>Fahrzeuggruppe: Lkw privater Halter</b>			
Insgesamt	17.443,2	920,5	18.949
<b>Fahrzeuggruppe: Zugmaschinen</b>			
Sattelzugmaschinen (gewerblicher Verkehr)	11.089,0	100,2	110.622
Sattelzugmaschinen (sonstige Branchen)	8.220,5	93,4	87.969
Sonstige Zugmaschinen	559,5	132,9	4.209
Insgesamt	19.869,0	326,6	60.835
<b>Fahrzeuggruppe: Sonstige Kfz</b>			
Schutz- u. Rettungsfzg.	1.115,1	137,7	8.098
Müll- u. Reinigungsfzg.	519,7	29,5	17.635
Arbeitsmaschinen	753,0	61,3	12.277
Sonstige	1.238,7	75,7	16.360
Insgesamt	3.626,5	304,2	11.921
<b>Fahrzeuggruppe: Kfz mit Versicherungskennzeichen</b>			
Mokick/Moped	3.590,8	1.474,5	2.435
Leichtmofa	97,1	31,5	3.080
Mofa	820,1	282,4	2.904
Sonstiges	110,5	35,4	3.120
Insgesamt	4.618,4	1.823,8	2.532
<sup>1</sup> Im Gegensatz zu allen anderen Fahrzeuggruppen wurden die Buskategorien nicht aus den fahrzeugspezifischen Merkmalen des ZFZR ermittelt, sondern aus Fragebogenangaben			

Tab. 28: Kraffahrzeugbestand und Inländerfahrleistung 2014 gegliedert nach Fahrzeuggruppen und Fahrzeugart

### 4.1.3 Genauigkeit der Schätzung

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass es mit den Daten der Halterbefragung designbedingt leider nicht möglich ist, die Standardabweichung der Jahresfahrleistung von Kraffahrzeugen zu schätzen. Dies hängt damit zusammen, dass unter dem FLE-Design bei den Stichprobenfahrzeugen die Fahrleistung in einem 70-Tage-Zeitraum und nicht die Jahresfahrleistung erhoben wird. Gleichwohl können aber Standardfehler und Konfidenzintervalle für Summen bzw. Mittelwerte von Kfz-Jahresfahrleistungen nach dem in Kapitel 3.8 beschriebenen Verfahren geschätzt werden.

Die Berechnung der Varianz eines Schätzers (z. B. für die Gesamtfahrleistung oder die mittlere Jahresfahrleistung) dient in der Regel zwei Zielen. Zum einen wird es auf diese Weise in der Phase der Stichprobenplanung möglich, auf der Basis eines „vorläufigen“ Wertes der Varianz den Stichprobenumfang so festzulegen, dass bei der in Rede stehenden Stichprobenerhebung Schätzungen vorgegebener Präzision erreicht werden. Zum anderen ergibt sich nach Durchführung der Erhebung in der Auswertungsphase durch Einsetzen von Stichprobenwerten in die entsprechende Varianzformel eine Varianzschätzung, die für die Beurteilung der Genauigkeit der Total- oder Mittelwertschätzung benötigt wird. Bezüglich der Festlegung von Stichprobenumfängen kann hier auf Kapitel 3.3.8 verwiesen werden. Das Verfahren, nach welchem im Fall der FLE 2014 (Halterbefragung) Standardfehler der Schätzer und Konfidenzintervalle für die Fahrleistungskennzahlen berechnet werden, ist in Kapitel 3.8.8 ausführlich be-

schrieben. Tabelle 29 zeigt für die einzelnen Fahrzeuggruppen die untere und obere Grenze des realisierten Konfidenzintervalls (Schätzintervalls) sowie zwei weitere Genauigkeitsmaße:

- **Relativer Fehler**  
Der relative Fehler gibt zu vorgegebenem Sicherheitsgrad (hier 95 %) das Verhältnis zwischen der halben Breite des Konfidenzintervalls (absoluter Fehler) und dem Punktschätzwert an (in %). Der relative Fehler entspricht somit dem relativen Abstand der Intervallgrenzen vom Punktschätzwert. Wird bei Tabellierungen der Schätzwert zusammen mit dem relativen Fehler ausgewiesen, so lassen sich aus diesen beiden Angaben direkt die Grenzen des Schätzintervalls berechnen.
- **Relativer Standardfehler**  
Der relative Standardfehler ist das Verhältnis zwischen dem Standardfehler des Schätzers und dem Punktschätzwert (in %). In der statistischen Praxis (z. B. beim Mikrozensus) wird meist der relative Standardfehler als Maß für die Hochrechnungsgenauigkeit verwendet (im Mikrozensus werden nur solche Schätzwerte veröffentlicht, bei denen der (einfache) relative Standardfehler unter 20 % liegt). Hat man Angaben zum Punktschätzwert und zum relativen Standardfehler, so können daraus die Grenzen des Schätzintervalls für jeden beliebigen Sicherheitsgrad berechnet werden.

Die Ergebnisse zur Schätzgenauigkeit stehen im Einklang mit den im Rahmen der Stichprobenplanung formulierten Vorgaben hinsichtlich der erwarteten relativen Fehler (vgl. Kapitel 3.3.8).

Fahrzeuggruppe	Anzahl Kfz in der Stichprobe (n)	Fahrleistung pro Kfz und Jahr (in km)	Untergrenze Konfidenzintervall (in km)	Obergrenze Konfidenzintervall (in km)	Relativer Fehler (in %)	Relativer Standardfehler (in %)
Krafträder	2.923	2.982	2.794	3.170	6,3	3,2
Pkw	28.526	13.568	13.412	13.724	1,1	0,6
Kraftomnibusse	3.280	51.309	50.194	52.424	2,2	1,1
Lastkraftwagen	20.207	23.891	23.537	24.245	1,5	0,8
Sattelzugmaschinen	5.501	99.692	98.479	100.905	1,2	0,6
Sonstige Zugmaschinen	954	4.209	3.643	4.775	13,5	6,9
Sonstige Kraffahrzeuge	2.406	11.921	11.209	12.633	6,0	3,0
Kfz mit Versicherungskennzeichen	2.855	2.532	2.340	2.724	7,6	3,9

**Tab. 29:** Konfidenzintervalle und relativer Fehler (Sicherheitsgrad 95 %) sowie relativer Standardfehler für die Fahrleistung pro Kfz und Jahr gegliedert nach Kfz-Gruppe

#### 4.1.4 Fahrleistungen nach Antriebsarten

Die eben vorgestellten Konfidenzintervalle resultieren aus einem Schichtungsschätzer für den Totalwert. Dieser ist insbesondere dann von hoher Präzision, wenn die Zielvariable (Fahrleistung) nach Merkmalen analysiert wird, die gleichzeitig Schichtungsmerkmale sind (wie z. B. die Fahrzeugart). In diesem Fall wird zum einen die Entstehung eines sogenannten „Untergruppeneffektes“ vermieden und zum anderen können, da die Kfz-Bestände je Schicht und Welle bekannt sind, die für den Totalwert geschätzten relativen Fehler auf den Mittelwert übertragen werden (wie in Tabelle 29 geschehen). Die Antriebsart (genauer: Kraftstoffart/Energiequelle) wurde, wenn auch nicht bei allen Fahrzeugarten, ebenfalls zur Schichtung der Stichprobe benutzt. Daher werden in Tabelle 31 die Fahrleistungen pro Kfz und die zugehörigen relativen Fehler in der Untergliederung nach dem Merkmal Antriebsart (wie es im Rahmen der Schichtung benutzt wurde) dargestellt. Die zur Kfz-Gruppe der Pkw gehörenden Wohnmobile bilden eine eigene Schicht und werden daher gesondert ausgewiesen.

Ein Blick auf die Spalte „Anmeldebestand“ offenbart, dass Fahrzeuge mit „alternativen“ Antrieben im Vergleich zu Diesel- oder Benzinfahrzeugen noch wenig verbreitet sind. Aus diesem Grund sind auch die entsprechenden Stichprobenumfänge relativ klein, was an der einen oder anderen Stelle zu recht hohen relativen Fehlern führt.

Allerdings werden diese Fahrzeuge teilweise sehr intensiv genutzt. So weisen bei den Pkw privater Halter die mit Flüssiggas bzw. Erdgas betriebenen Pkw (inkl. bivalenter Betrieb) die höchsten Fahrleistungen pro Pkw auf. Auch bei den gewerblichen Pkw ist die Nutzung solcher Fahrzeuge deutlich intensiver als die von Pkw mit Benzinmotor. Im Hinblick auf Fahrzeuge mit Elektroantrieb ist bei den privaten Pkw die Fahrleistung pro Fahrzeug etwa genauso hoch wie bei denen mit Benzinmotor, bei Krafträdern werden solche mit Elektromotor sogar deutlich stärker genutzt, allerdings ist hier die Genauigkeit der Schätzung nicht sehr hoch (Intervallgrenzen: 3.748; 6.576). Demgegenüber werden gewerbliche Pkw und Lkw mit Elektroantrieb deutlich weniger intensiv genutzt, was mit der geringeren Reichweite zu tun haben kann.

Eine andere Art, die Daten nach Antriebsart zu analysieren, besteht darin, das Merkmal KREN (Kraft-

Definition – Klartext	Schlüsselnr. der Kraftstoffart/Energiequelle (KREN)
<b>Benzin/Ethanol</b>	
Benzin	0001
Benzin/Ethanol	0023
<b>Diesel</b>	0002
<b>Elektro (Strom)</b>	0004
<b>Flüssiggas/Erdgas</b>	
Flüssiggas	0005
Erdgas	0009
<b>Bivalenter Betrieb</b> (Bivalent = ein Motor, zwei versch. Kraftstoffe)	
Benzin oder Flüssiggas	0006
Benzin oder komprimiertes Erdgas	0007
Wasserstoff oder Benzin	0013
Wasserstoff oder Benzin kombiniert mit Elektro	0014
Benzin oder Methan	0021
<b>Hybridantrieb</b> (kombinierter Binärantrieb = zwei Motoren, versch. Kraftstoffe)	
Benzin und Elektro	0008, 0025
Diesel und Elektro	0010, 0026
Wasserstoff und Elektro	0012, 0028
Vielstoff und Elektro	0019, 0029
Erdgas und Elektro	0022, 0030
Flüssiggas und Elektro	0024, 0027
Wasserstoff oder Benzin und Elektro	0031
<b>Sonstige Kraftstoffart</b>	
Brennstoffzelle mit Primärenergie Wasserstoff	0015
Brennstoffzelle mit Primärenergie Benzin	0016
Brennstoffzelle mit Primärenergie Methanol	0017
Brennstoffzelle mit Primärenergie Ethanol	0018
Vielstoff	0003
Wasserstoff	0011
Methan	0020
Andere (inkl. unplausibel)	9999
Unbekannt	0000

Tab. 30: Zusammenfassung der Variable Kraftstoffart/Energiequelle zu 7 Hauptgruppen

stoffart/Energiequelle) aus dem ZFZR zu benutzen, wobei dieses für Kfz mit Versicherungskennzeichen nicht definiert ist. Dieses Merkmal weist über 30 Ausprägungen auf, die gemäß Tabelle 30 zu 7 Hauptgruppen zusammengefasst wurden.

Antriebsart gemäß Schichtung	Anzahl Kfz in der Stichprobe	Mittlerer Anmeldebestand 2014 (in 1.000 Kfz)	Fahrleistung pro Kfz und Jahr (in km)	Relativer Fehler in %	Relativer Standardfehler in %
<b>Motorräder</b>					
Elektro	84	6,2	5.162	27,4	14,0
anderer	2.839	4.141,9	2.978	6,3	3,2
<b>Pkw privater Halter</b>					
Benzin	12.598	28.460,3	10.435	1,8	0,9
Diesel	4.864	10.188,6	17.411	2,1	1,1
Flüssiggas	1.710	475,5	18.213	3,9	2,0
Erdgas	761	58,4	18.460	5,0	2,6
Elektro	281	4,4	10.794	9,0	4,6
Hybrid	680	77,2	13.567	6,8	3,5
anderer, unbekannt	271	12,1	12.342	34,1	17,4
<b>Pkw gewerblicher Halter</b>					
Benzin	1.785	1.421,1	15.309	4,6	2,3
Diesel	3.692	2.957,3	29.073	2,2	1,1
Flüssiggas	108	20,1	22.972	16,9	8,6
Erdgas	309	21,6	22.470	13,0	6,6
Elektro	350	11,3	7.839	13,6	7,0
Hybrid	217	19,2	22.813	13,8	7,0
anderer	35	0,3	22.477	50,7	25,8
<b>Lkw gewerblicher Halter</b>					
Flüssiggas	95	3,8	17.898	15,9	8,1
Erdgas	140	12,4	16.233	15,1	7,7
Elektro	89	2,8	8.191	35,0	17,8
anderer (Diesel u. a.)	13.199	1.734,0	26.608	1,7	0,9
<b>Lkw privater Halter</b>					
Flüssiggas	65	7,3	17.171	42,9	21,9
Erdgas	80	3,9	20.758	24,3	12,4
Elektro	100	0,4	9.239	14,6	7,4
Anderer (Diesel u. a.)	6.439	909,0	18.959	2,9	1,5
<b>Sattelzugmaschinen</b>					
Insgesamt	5.501	193,7	99.692	1,2	0,6
<b>Sonstige Zugmaschinen</b>					
Insgesamt	954	132,9	4.209	13,5	6,9
<b>Busse</b>					
Diesel	2.979	75,2	51.378	2,2	1,1
Erdgas	151	1,4	50.526	6,2	3,1
anderer	150	0,5	43.079	9,4	4,8
<b>Sonstige Kfz</b>					
Insgesamt	2.406	304,2	11.921	6,0	3,0
<b>Kfz mit Versicherungskennzeichen</b>					
Insgesamt	2.855	1.823,8	2.532	7,6	3,9

Tab. 31: Relativer Fehler (Sicherheitsgrad 95 %) und relativer Standardfehler für die Fahrleistung pro Kfz und Jahr gegliedert nach Kfz-Gruppe und Antriebsart gemäß Schichtung

Antriebsart gemäß KREN	Inländerfahrleistung 2014		mittlerer Kfz-Anmeldebestand 2014		Anzahl Kfz in der Stichprobe (n)
	in Mio. km	in %	in 1.000 Kfz	in %	
Benzin/Ethanol	332.783,0	47,07	34.217,3	63,98	18.714
Bivalenter Betrieb	9.989,0	1,41	542,4	1,01	2.459
Diesel	356.564,1	50,43	16.701,0	31,23	39.472
Elektro	204,6	0,03	25,6	0,05	944
Flüssig-/Erdgas	1.257,3	0,18	63,8	0,12	979
Hybrid	1.504,8	0,21	98,3	0,18	976
Sonstiges	4.715,6	0,67	1.831,1	3,42	3.108
Summe	707.018,3	100,0	53.479,5	100,0	66.652

Tab. 32: Inländerfahrleistung 2014 gegliedert nach Antriebsart gemäß KREN

Über alle Fahrzeuggruppen hinweg ergeben sich für diese 7 Antriebsarten die in Tabelle 32 dargestellten Ergebnisse im Hinblick auf die Fahrleistung und den Bestand.

Die Fahrleistung in der Kategorie „Sonstiges“ entfällt zum weit überwiegenden Anteil auf Kfz mit Versicherungskennzeichen, da für diese das Merkmal KREN nicht vorliegt. Aus Gründen der Konsistenz der Eckwerte wurden diese hier als unbekannte Antriebsart eingeordnet und fallen damit unter die Rubrik Sonstiges.

Der Kfz-Bestand besteht zu rund 95 % aus Diesel- oder Benzinfahrzeugen. Da es sich bei den 1,83 Mio. Fahrzeugen mit „sonstigem“ Antrieb fast ausschließlich um solche mit Versicherungskennzeichen handelt (1.824 Mio.), liegt der Anteil der Fahrzeuge mit alternativem Antrieb bei unter 1,5 %. Nur wenig darüber liegt ihr Anteil an der Gesamtfahrleistung.

Dieselfahrzeuge stellen etwa ein knappes Drittel des Fahrzeugbestandes, haben aber einen Anteil von rund 50 % an der gesamten Inländerfahrleistung.

In Kapitel 4.2 wird der Frage nachgegangen, ob sich die Inländerfahrleistung 2014 – insgesamt und differenziert nach Fahrzeuggruppen – gegenüber 2002 verändert hat.

## 4.2 Zeitliche Veränderungen der Inländerfahrleistung: Vergleich der Erhebungen 2002 und 2014

### 4.2.1 Methodisches Vorgehen

Da die Halterbefragung 2014 inhaltlich und in methodischer Hinsicht auf die Vorläufererhebungen, insbesondere die Halterbefragung 2002, abgestimmt ist, sind Ergebnisvergleiche möglich, welche die längerfristige zeitliche Entwicklung der Inländerfahrleistung sichtbar machen. Solche zeitlichen Fahrleistungsvergleiche waren auch schon für die Erhebungsjahre 2002 und 1993 durchgeführt worden (HAUTZINGER et al. (2005), S. 44 ff.). Im Einzelnen wurden dabei getrennt nach Fahrzeuggruppen (1) die Kfz-Bestände<sup>57</sup> zur Jahresmitte, (2) die Jahrestotalwerte der Kfz-Fahrleistungen und (3) die mittleren Kfz-Fahrleistungen<sup>58</sup> gegenübergestellt. Über alle Fahrzeuggruppen hinweg zeigte sich dabei ein Kfz-Bestandszuwachs 1993/2002 in Höhe von 17,9 %. Die jährliche Gesamtfahrleistung war demgegenüber nur um 11,4 % gestiegen, was einem Rückgang der mittleren Fahrleistung um 5,5 % entspricht.

Da sich in der beim Kraftfahrt-Bundesamt geführten Kfz-Bestandsstatistik zwischen den Bezugsjahren 2002 und 2014 die inhaltliche Abgrenzung des

<sup>57</sup> Einschließlich der vorübergehend abgemeldeten Fahrzeuge.

<sup>58</sup> Verhältnis zwischen Jahrestotalwert der Kfz-Fahrleistungen und Kfz-Bestand zur Jahresmitte.

Bestandsbegriffs geändert hat, ist eine Replikation dieser Ergebnisvergleiche für die Erhebungsjahre 2002/2014 in vollem Umfang leider nicht möglich. Wurden 2002 noch sämtliche im ZFZR erfassten Kfz zum Bestand gezählt (einschließlich der am Stichtag vorübergehend abgemeldeten Fahrzeuge), so ist 2014 unter dem Kfz-Bestand nur noch die Zahl der am Stichtag angemeldeten Fahrzeuge zu verstehen. Diese Änderungen lassen direkte Vergleiche von Kfz-Bestandszahlen und mittleren Kfz-Fahrleistungen 2002/2014 nicht zu.

Um zumindest für die im Vordergrund des Interesses stehenden Fahrzeuggruppen die Bestands- und Fahrleistungsentwicklung zwischen 2002 und 2014 getrennt darstellen zu können, wurden im Rahmen einer nachträglichen Sonderaufbereitung der Kfz-Bestandsdaten 2002 die Gesamtbestände um die vorübergehend abgemeldeten Fahrzeuge verringert. Grundlage hierfür waren fahrzeuggruppen- und wellenspezifische Abmeldequoten 2002, die in das damalige Hochrechnungsverfahren eingeflossen waren. Im Ergebnis konnte so analog zu 2014 auch für das Bezugsjahr 2002 der jahresdurchschnittliche Bestand angemeldeter Kfz untergliedert nach Fahrzeuggruppen für die hier in Rede stehenden Entwicklungsanalysen bereitgestellt werden.

Die zeitlichen Vergleiche in Tabelle 33 beziehen sich somit nicht nur auf die zentrale Ergebnisgröße

der Halterbefragungen 2002 und 2014, d. h. auf den Jahrestotalwert der Fahrleistungen der in Deutschland zugelassenen Kfz (die Definition dieser Kennzahl (Inländerfahrleistung) ist wie auch die Methode ihrer Hochrechnung für beide Erhebungsjahre dieselbe). Vielmehr ist es durch die oben angesprochene Sonderaufbereitung möglich, die Veränderung der Gesamtfahrleistung in die beiden Komponenten „Veränderung des Kfz-Bestands“ und „Veränderung der Kfz-Nutzungsintensität“ zu zerlegen.

### Hauptergebnisse des Vergleichs im Überblick

In Tabelle 33 werden die Resultate des Vergleichs über die Fahrzeuggruppen hinweg zusammengefasst.

Bei einem zwischen 2002 und 2014 um 13,2 % gestiegenen Bestand angemeldeter Kfz hat die jährliche Gesamtfahrleistung der Fahrzeuge lediglich um 0,6 % zugenommen, was auf die im Durchschnitt gesunkene Nutzungsintensität der Fahrzeuge zurückzuführen ist: Bezogen auf jeweils 365 Anmeldetage von Fahrzeugen gingen die zurückgelegten Fahrzeugkilometer von 14.880 im Jahr 2002 auf 13.220 im Jahr 2014, d. h. um 11,2 %, zurück.

Wie Tabelle 34 zeigt, hat sich im Zeitraum 2002/2014 gegenüber dem Zeitraum 1993/2002

Kennzahl	2002	2014	Rel. Änderung
Mittlerer Bestand angemeldeter Kfz in Mio.	47,25	53,48	+13,2 %
Gesamtfahrleistung in Mio. km	703.013	707.018	+0,6 %
Fahrleistung bezogen auf den mittleren Anmeldebestand in km/Kfz	14.880	13.220	-11,2 %

Tab. 33: Vergleich zentraler Kennzahlen zur Inländerfahrleistung 2002 und 2014

Kennzahl	1993/2002	2002/2014
<b>Kfz-Bestand</b>		
Relative Änderung	+17,9 %	+13,2 %
Mittlere jährliche Änderung	+1,8 %	+1,0 %
<b>Gesamtfahrleistung</b>		
Relative Änderung	+11,4 %	+0,6 %
Mittlere jährliche Änderung	+1,2 %	+0,05 %
<b>Gesamtfahrleistung bezogen auf den Kfz-Bestand</b>		
Relative Änderung	-5,5 %	-11,2 %
Mittlere jährliche Änderung	-0,6 %	-1,0 %

Tab. 34: Langfristige Entwicklung zentraler Kennzahlen zur Inländerfahrleistung

- die Wachstumsrate des Kfz-Bestands<sup>59</sup> deutlich abgeschwächt und
- der Rückgang der Kfz-Nutzungsintensität beschleunigt.

Im Hinblick auf die Gesamtfahrleistung (Inländerfahrleistung) heißt dies, dass anders als in der weiter zurückliegenden Vergangenheit das Wachstum des Kfz-Bestands inzwischen kaum noch ausreicht, den Effekt sinkender Kilometerleistungen je Fahrzeug zu kompensieren.

In Kapitel 4.2.2 wird – getrennt nach Fahrzeuggruppen – zunächst dargestellt, welche Veränderungen sich beim Totalwert der Inländerfahrleistung zwischen 2002 und 2014 ergeben haben.

#### 4.2.2 Totalwert der Inländerfahrleistung 2002/2014

Für einen Vergleich des Fahrleistungstotalts zwischen den beiden Jahren mussten zunächst die Datengrundlagen vereinheitlicht werden. Da 2002 die Wohnmobile der Fahrzeuggruppe „Sonstige Kfz“ zugeordnet waren, wurde dies in der aktuellen Erhebung (hier gehören die Wohnmobile zu den Pkw) ebenso gehandhabt. Tabelle 35 zeigt die Ergebnisse.

Im betrachteten Zeitraum stieg der Jahrestotalwert der Inländerfahrleistung von 703 Mrd. km auf 707 Mrd. km, was einem Zuwachs von 0,57 % entspricht. Im Durchschnitt ergibt sich pro Jahr ein Anstieg um rund 0,05 %. Außer bei privaten Pkw und Omnibussen ergibt sich bei allen Fahrzeuggruppen ein Zuwachs, am stärksten fällt dieser bei sonstigen Zugmaschinen aus.

#### 4.2.3 Kfz-Bestand 2002/2014

Für einen aussagekräftigen Vergleich der Bestände musste neben der veränderten Eingruppierung der Wohnmobile berücksichtigt werden, dass 2002 – anders als 2014 – die vorübergehend abgemeldeten Fahrzeuge im Bestand enthalten waren. Deshalb wurde für die Zwecke dieses Vergleichs der Kfz-Bestand 2002 in Tabelle 36 ohne vorübergehend außer Betrieb gesetzte Fahrzeuge abgeschätzt (siehe hierzu Kapitel 4.2.1).

Die Zahl der zu der hier betrachteten Grundgesamtheit (Anmeldebestand) gehörenden Kraftfahrzeuge hat sich von 47,2 Mio. 2002 auf 53,5 Mio. im Jahr 2014 erhöht. Der Bestandszuwachs beträgt also 13,2 %. Von den Bussen abgesehen sind in allen Fahrzeuggruppen die Bestände gestiegen. Der geringste Zuwachs ergibt sich mit rund 10 % bei den Pkw privater Halter.

<sup>59</sup> Vergleich 1993/2002: Kfz-Gesamtbestand zur Jahresmitte; Vergleich 2002/2014: jahresdurchschnittlicher Bestand angemeldeter Kfz

Fahrzeuggruppe	Totalwert der Inländerfahrleistung (in Mio. km)		Veränderung 2002/2014 (in %)	
	2002	2014	insgesamt	pro Jahr
Krafträder	12.164	12.368	+1,68	+0,14
Pkw privater Halter <sup>1</sup>	496.340	485.372	-2,21	-0,19
Pkw gewerblicher Halter <sup>1</sup>	102.145	109.214	+6,92	+0,56
Lkw gewerblicher Halter	43.330	46.432	+7,16	+0,58
Lkw privater Halter	16.847	17.443	+3,54	+0,29
Sattelzugmaschinen	16.305	19.309	+18,42	+1,42
Sonst. Zugmaschinen	324	559	+72,53	+4,65
Kraftomnibusse	4.219	3.956	-6,23	-0,53
Sonstige Kfz <sup>2</sup>	7.588	7.745	+2,07	+0,17
Kfz mit Versicherungskennzeichen	3.751	4.618	+23,11	+1,75
Summe	703.013	707.018	+0,57	+0,05

<sup>1</sup> ohne Wohnmobile; <sup>2</sup> inkl. Wohnmobile

Tab. 35: Totalwert der Inländerfahrleistung 2002 und 2014 gegliedert nach Fahrzeuggruppe

Fahrzeuggruppe	Mittlerer Kfz-Anmeldebestand		Veränderung 2002/2014 (in %)	
	2002	2014	insgesamt	pro Jahr
Krafträder	3.173.271	4.148.047	+30,72	+2,26
Pkw privater Halter <sup>1</sup>	35.661.542	39.276.665	+10,14	+0,81
Pkw gewerblicher Halter <sup>1</sup>	3.952.752	4.450.833	+12,60	+0,99
Lkw gewerblicher Halter	1.547.324	1.753.095	+13,30	+1,05
Lkw privater Halter	734.537	920.547	+25,32	+1,90
Sattelzugmaschinen	147.031	193.691	+31,73	+2,32
Sonst. Zugmaschinen	42.158	132.916	+215,28	+10,04
Kraftomnibusse	78.613	77.101	-1,92	-0,16
Sonstige Kfz <sup>2</sup>	598.619	702.784	+17,40	+1,35
Kfz mit Versicherungskennzeichen	1.517.230	1.823.829	+20,21	+1,55
Summe	47.245.077	53.479.508	+13,20	+1,04

<sup>1</sup> ohne Wohnmobile; <sup>2</sup> inkl. Wohnmobile

Tab. 36: Mittlerer Kfz-Anmeldebestand 2002 und 2014 gegliedert nach Fahrzeuggruppe

Fahrzeuggruppe	Fahrleistung pro Kfz und Jahr (in km)		Veränderung 2002/2014 (in %)	
	2002	2014	insgesamt	pro Jahr
Krafträder	3.833	2.982	-22,20	-2,07
Pkw privater Halter <sup>1</sup>	13.918	12.358	-11,21	-0,99
Pkw gewerblicher Halter <sup>1</sup>	25.841	24.538	-5,04	-0,43
Lkw gewerblicher Halter	28.003	26.486	-5,42	-0,46
Lkw privater Halter	22.936	18.949	-17,38	-1,58
Sattelzugmaschinen	110.895	99.692	-10,10	-0,88
Sonst. Zugmaschinen	7.685	4.209	-45,23	-4,89
Kraftomnibusse	53.668	51.309	-4,40	-0,37
Sonstige Kfz <sup>2</sup>	12.676	11.020	-13,06	-1,16
Kfz mit Versicherungskennzeichen	2.472	2.532	+2,43	+0,20
Summe	14.880	13.220	-11,16	-0,98

<sup>1</sup> ohne Wohnmobile; <sup>2</sup> inkl. Wohnmobile

Tab. 37 Fahrleistung pro Kfz und Jahr 2002 und 2014 gegliedert nach Fahrzeuggruppe

#### 4.2.4 Mittlere Kfz-Fahrleistungen 2002/2014

Tabelle 37 zeigt getrennt nach Fahrzeuggruppen die mittleren Jahresfahrleistungen 2002 und 2014 im Vergleich.

Im Durchschnitt über alle Kfz-Gruppen ist die mittlere Jahresfahrleistung von 2002 bis 2014 um

11,2 % zurückgegangen und liegt damit nun bei einem Wert von rund 13.200 km. Die im Vergleich zu den Veränderungen der Totalwerte sehr viel stärkeren Zuwächse in den Beständen führen bei fast allen Fahrzeuggruppen zu Rückgängen bei der Fahrleistung pro Kfz und Jahr.

## 5 Aufgliederung der Inländerfahrleistung durch Verknüpfung der Halterbefragung mit anderen Verkehrserhebungen

Bei der FLE-Halterbefragung 2014 wurden neben der Fahrleistung des Fahrzeugs im Berichtszeitraum (Differenz der Tachostände) verschiedene fahrzeug- und halterbezogene Merkmale sowie allgemeine Kfz-Nutzungsmerkmale erhoben, die bei Fahrleistungsanalysen als Gliederungsmerkmale dienen können. Aufgliederungen der Fahrleistung nach sachlichen, räumlichen und zeitlichen Merkmalen der Fahrten bzw. Fahrtabschnitten, aus denen die Fahrleistung von Fahrzeugen resultiert, sind demgegenüber allein auf Basis der Halterbefragung nicht möglich. Ist die Inländerfahrleistung beispielsweise nach Fahrtwecken aufzugliedern, so benötigt man entsprechende Aufteilungsfaktoren aus anderen Verkehrserhebungen, bei denen Länge und Zweck von Fahrzeugfahrten erfasst werden. Ganz analog müssen für Aufgliederungen der Inländerfahrleistung nach Straßenklasse und Ortslage wie auch nach Wochentag und Tageszeit des Fahrzeugeinsatzes spezifische Aufteilungsfaktoren herangezogen werden, die aus exogenen Quellen stammen.

Es versteht sich, dass die zur Aufgliederung der Inländerfahrleistung erforderlichen Informationen am besten aus zeitlich parallel durchgeführten Erhebungen abgeleitet werden sollten. Hier ist an erster Stelle die im Rahmen der FLE 2014 durchgeführte Verkehrszählung (im Folgenden: „FLE-Verkehrszählung“) zur Ermittlung der Inlandsfahrleistung zu nennen. Diese ermöglicht Aufgliederungen der auf das Inland entfallenden Inländerfahrleistung nach dem Wochentag, der Tageszeit und der benutzten Verkehrsinfrastruktur.

Hinsichtlich der Aufgliederung nach Merkmalen wie Ziel und Zweck der Fahrt sind die Verknüpfungsmöglichkeiten im Vergleich zum Jahr 2002 deutlich eingeschränkter, da im Jahr 2014 keine großangelegten bundesweiten Mobilitätserhebungen stattgefunden haben. Heranziehen könnte man allenfalls die Studie „Deutsches Mobilitätspanel (MOP 2014)“ (siehe Kapitel 5.2).

## 5.1 Aufgliederung der Inländerfahrleistung auf Basis der FLE-Verkehrszählung

### 5.1.1 Methodik

Aus der 2014 im Rahmen des Gesamtprojekts „Fahrleistungserhebung“ durchgeführten Verkehrszählung resultiert eine Schätzung der Inlandsfahrleistung, also der Summe der von in- und ausländischen Kfz auf dem deutschen Straßennetz zurückgelegten Kilometer. Da sich die hochgerechnete Inlandsfahrleistung nach den Fahrzeugmerkmalen

- Fahrzeugart und
- Fahrzeugnationalität

sowie nach

- Straßenklasse/Ortslage,
- Wochentag und
- Tageszeit

als Merkmale des Fahrbetriebs aufgliedern lässt, kommen die Ergebnisse der Verkehrszählung grundsätzlich für eine Aufteilung der aus der Halterbefragung resultierenden Inländerfahrleistung infrage. Detaillierte Ergebnisse zur Inlandsfahrleistung finden sich in „Fahrleistungserhebung 2014 – Inlandsfahrleistung und Unfallrisiko“ (Berichte der BASt). Allerdings enthält die aus der Verkehrszählung ermittelte Inlandsfahrleistung auch die von ausländischen Fahrzeugen auf dem deutschen Netz zurückgelegten Kilometer, welche für die Zwecke der Aufteilung der Inländerfahrleistung in Abzug gebracht werden müssen. Analog hierzu müssen bei der aufzuteilenden Inländerfahrleistung die von inländischen Fahrzeugen im Ausland zurückgelegten Kilometer (in der Halterbefragung erhoben) abgezogen werden, um zu einer vergleichbaren Datenbasis zu kommen.

Wie in Kapitel 4.1.2 dargestellt, beträgt die aus der Halterbefragung hochgerechnete Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen 685,77 Mrd. km.

Darüber hinaus müssen für eine solche Aufteilung die in den beiden Erhebungen unterschiedlichen Abgrenzungen der Fahrzeugarten soweit wie möglich kompatibel gemacht werden. Insbesondere war die Halterbefragung an die sog.

8+1-Messung der Verkehrszählung<sup>60</sup> anzupassen. Dies führt zu folgenden Neudefinitionen bzw. Zusammenfassungen:

- motorisierte Zweiräder: Krafträder mit amtlichem Kennzeichen plus Krafträder mit Versicherungskennzeichen,
- Pkw: Pkw privater Halter plus Pkw gewerblicher Halter,
- Lieferwagen: Lkw privater Halter bis 3,5 t zulässige Gesamtmasse (zGM), Lkw gewerblicher Halter bis 3,5 t zGM und Wohnmobile,<sup>61</sup>
- Lkw über 3,5 t zGM: Lkw privater Halter über 3,5 t zGM und Lkw gewerblicher Halter über 3,5 t zGM,
- Zugmaschinen: Sattelzugmaschinen plus sonstige Zugmaschinen.

Dementsprechend werden in den Daten der FLE-Verkehrszählung die Kategorien Pkw und Pkw mit Anhänger (= Pkw) sowie Lkw und Lkw mit Anhänger (= Lkw > 3,5 t zGM) zusammengefasst.

Die Fahrzeugarten

- Busse und
- Sonstige Kfz

können aus beiden Erhebungen unverändert übernommen werden. Generell ist zu beachten, dass in der Halterbefragung landwirtschaftliche Zugmaschinen ausgeschlossen waren.

Rechnet man für die so gebildeten insgesamt 7 Fahrzeugarten die Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen aus der FLE-Halterbefragung hoch, resultieren daraus die in Tabelle 38 dargestellten Ergebnisse.

Die hochgerechneten Totalwerte der Inländerfahrleistung im deutschen Straßennetz aus Tabelle 38 werden im Folgenden anhand der Ergebnisse der FLE-Verkehrszählung nach den Merkmalen

Fahrzeugart	Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen gemäß Halterbefragung (Mrd. km)
motor. Zweiräder	15,9
Pkw	577,7
Lieferwagen <sup>1</sup>	46,8
Busse	3,8
Lkw > 3,5 t zGM	19,4
Zugmaschinen	18,6
Sonstige Kfz	3,6
Insgesamt	685,8
<sup>1</sup> inkl. Wohnmobile	

Tab. 38: Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen 2014 gemäß Halterbefragung gegliedert nach Fahrzeugart

- Straßenklasse und Ortslage,
  - Wochentag,
  - Tageszeit
- aufgegliedert.

### 5.1.2 Gliederung der Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen nach Straßenklasse und Ortslage

Mithilfe der entsprechenden Quoten aus der FLE-Verkehrszählung ergibt sich für die Inländerfahrleistung 2014 auf deutschen Straßen die in Tabelle 39 angegebene Aufgliederung nach Straßenklasse/Ortslage.

Die höchsten Fahrleistungen erbringen inländische Fahrzeuge erwartungsgemäß auf den Bundesautobahnen (194 Mrd. km) gefolgt von außerörtlichen Bundesstraßen (113 Mrd. km). Bemerkenswert – und in dieser Form bisher nicht bekannt – ist die mit zusammen rund 130 Mrd. km sehr hohe Fahrleistung deutscher Kraftfahrzeuge auf den sonstigen Straßen.

Um innerhalb der einzelnen Fahrzeuggruppen die verkehrswegebezogene Struktur der Fahrleistung besser sichtbar zu machen, werden die Fahrleistungssummen in Tabelle 39 bis 44 nochmals mithilfe von Gliederungszahlen (Spaltenprozente) dargestellt.

Die Prozentwerte in Tabelle 40 zeigen, dass Lkw, sonstige Kfz und vor allem Zugmaschinen überdurchschnittlich hohe Fahrleistungsanteile auf

<sup>60</sup> Folgende Fahrzeuggruppen wurden in der Verkehrszählung unterschieden: Motorisierte Zweiräder, Pkw, Pkw mit Anhänger, Lieferwagen, Lkw ohne Anhänger, Lkw mit Anhänger, Sattelzüge, Busse, sonstige Kfz.

<sup>61</sup> Hier liegt die Annahme zugrunde, dass bei der 8+1-Messung mittels Radardetektoren Wohnmobile überwiegend der Kategorie Lieferwagen zugeordnet werden.

Autobahnen aufweisen. Mehr als die Hälfte der Fahrleistung inländischer Zugmaschinen auf dem deutschen Straßennetz wird auf Autobahnen erbracht. Bei motorisierten Zweirädern entfällt etwa

ein Viertel der Fahrleistung auf sonstige innerörtliche Straßen, was sicherlich mit den in dieser Gruppe enthaltenen Kfz mit Versicherungskennzeichen zu tun hat.

Straßen- klasse/ Ortslage	motor. Zweiräder	Pkw	Liefer- wagen <sup>1</sup>	Busse	Lkw > 3,5 t zGM	Zug- masch.	Sonst. Kfz	Summe
	Fahrleistung in Mio. km							
BAB	1.721	155.914	16.400	419	7.710	10.133	1.759	194.057
Bundesstr. außerorts	1.673	96.188	8.712	424	2.846	3.041	401	113.285
Bundesstr. innerorts	803	39.292	2.526	296	1.950	1.214	300	46.380
Landesstr. außerorts	2.655	75.106	4.696	541	1.491	1.302	180	85.971
Landesstr. innerorts	1.463	40.201	2.818	335	790	336	411	46.355
Kreisstr. außerorts	1.604	40.103	2.656	252	889	671	169	46.344
Kreisstr. innerorts	688	19.897	1.289	224	497	226	111	22.932
Sonst. Str. außerorts	1.028	54.681	3.299	701	1.792	1.580	198	63.279
Sonst. Str. innerorts	4.228	56.335	4.410	594	1.430	116	55	67.168
Summe	15.864	577.716	46.808	3.785	19.395	18.619	3.583	685.771

<sup>1</sup> inkl. Wohnmobile

Tab. 39: Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen 2014 gegliedert nach Straßenklasse, Ortslage und Fahrzeugart

Straßen- klasse/ Ortslage	motor. Zweiräder	Pkw	Liefer- wagen <sup>1</sup>	Busse	Lkw > 3,5 t zGM	Zug- masch.	Sonst. Kfz	Insge- samt
	Anteil an der Gesamtfahrleistung in %							
BAB	10,9	27,0	35,0	11,1	39,7	54,4	49,1	28,3
Bundesstr. außerorts	10,5	16,6	18,6	11,2	14,7	16,3	11,2	16,5
Bundesstr. innerorts	5,1	6,8	5,4	7,8	10,1	6,5	8,4	6,8
Landesstr. außerorts	16,7	13,0	10,0	14,3	7,7	7,0	5,0	12,5
Landesstr. innerorts	9,2	7,0	6,0	8,9	4,1	1,8	11,5	6,8
Kreisstr. außerorts	10,1	6,9	5,7	6,7	4,6	3,6	4,7	6,8
Kreisstr. innerorts	4,3	3,4	2,8	5,9	2,6	1,2	3,1	3,3
Sonst. Str. außerorts	6,5	9,5	7,0	18,5	9,2	8,5	5,5	9,2
Sonst. Str. innerorts	26,6	9,8	9,4	15,7	7,4	0,6	1,5	9,8
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

<sup>1</sup> inkl. Wohnmobile

Tab. 40: Anteile der Straßenklasse/Ortslage-Kombinationen an der Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen 2014 gegliedert nach Fahrzeugarten

### 5.1.3 Gliederung der Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen nach zeitlichen Merkmalen der Verkehrsteilnahme

Mithilfe der FLE-Verkehrszählung ist es auch möglich, die Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen nach zeitlichen Merkmalen der Verkehrsteilnahme der Fahrzeuge zu untergliedern (Tabelle 41).

Wie man in Tabelle 41 sieht, ist Freitag der Wochentag mit den höchsten Fahrleistungen inländischer Kfz auf dem deutschen Straßennetz. Am Wochenende und hier insbesondere am Sonntag finden sich dagegen deutlich niedrigere Fahrleistungstotalwerte.

Erwartungsgemäß entfällt bei Lkw und Zugmaschinen im Vergleich zur Gesamtheit aller (inländischen) Fahrzeuge nur ein geringer Teil der Fahrleistung auf Samstage und Sonntage.

Tabelle 43 und Tabelle 44 zeigen abschließend die Aufteilung der im Inland erbrachten Inländerfahrleistung nach der Tageszeit.

Nach der morgendlichen Verkehrsspitze zwischen 7 und 8 Uhr zeigt sich insgesamt nochmals ein Anstieg im Tagesverlauf. Das Maximum der tagesstündlichen Fahrleistung wird am Nachmittag zwischen 16 und 18 Uhr erreicht.

Die nach Fahrzeugart untergliederten Tagesganglinien zeigen unter anderem, dass motorisierte Zweiräder häufiger als andere Fahrzeuggruppen bei Tageslicht unterwegs sind. In den frühen Morgen- und späten Abendstunden finden sich dort die niedrigsten Fahrleistungsanteile. In den ersten Stunden des Tages sind vor allem Lkw und Zugmaschinen auf der Straße (siehe Tabelle 44).

Wochentagstyp	motor. Zweiräder	Pkw	Lieferwagen <sup>1</sup>	Busse	Lkw > 3,5 t zGM	Zugmasch.	Sonst. Kfz	Summe
	Fahrleistung in Mio. km							
Montag	1.950	83.703	7.507	637	2.930	2.748	660	100.135
Dienstag bis Donnerstag	6.676	259.632	22.038	1.793	10.495	11.449	1.434	313.518
Freitag	2.807	93.549	8.410	708	3.546	3.094	754	112.868
Samstag	1.989	72.963	5.046	409	1.860	979	438	83.684
Sonn-/Feiertag	2.441	67.869	3.807	238	565	349	297	75.567
Summe	15.864	577.716	46.808	3.785	19.395	18.619	3.583	685.771

<sup>1</sup> inkl. Wohnmobile

Tab. 41: Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen 2014 gegliedert nach Wochentagstyp und Fahrzeugart

Wochentagstyp	motor. Zweiräder	Pkw	Lieferwagen <sup>1</sup>	Busse	Lkw > 3,5 t zGM	Zugmasch.	Sonst. Kfz	Insgesamt
	Anteil an der Gesamtfahrleistung in %							
Montag	12,3	14,5	16,0	16,8	15,1	14,8	18,4	14,6
Dienstag bis Donnerstag	42,1	44,9	47,1	47,4	54,1	61,5	40,0	45,7
Freitag	17,7	16,2	18,0	18,7	18,3	16,6	21,0	16,5
Samstag	12,5	12,6	10,8	10,8	9,6	5,3	12,2	12,2
Sonn-/Feiertag	15,4	11,7	8,1	6,3	2,9	1,9	8,3	11,0
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

<sup>1</sup> inkl. Wohnmobile

Tab. 42: Anteile der Wochentagstypen an der Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen 2014 gegliedert nach Fahrzeugarten

Tageszeit	motor. Zweiräder	Pkw	Liefer- wagen <sup>1</sup>	Busse	Lkw > 3,5 t zGM	Zug- masch.	Sonst. Kfz	Summe
	Fahrleistung in Mio. km							
0-1 Uhr	15	3.523	373	35	233	249	22	4.450
1-2 Uhr	8	2.231	317	19	234	259	13	3.080
2-3 Uhr	10	1.653	281	17	237	275	16	2.489
3-4 Uhr	17	1.800	344	18	277	374	13	2.844
4-5 Uhr	25	3.476	479	35	366	448	23	4.852
5-6 Uhr	46	12.030	1.034	112	536	695	54	14.507
6-7 Uhr	499	23.415	2.371	208	899	1.053	129	28.574
7-8 Uhr	614	33.147	3.170	280	1.159	1.062	179	39.610
8-9 Uhr	732	30.333	3.177	266	1.389	1.120	166	37.183
9-10 Uhr	765	31.066	2.812	198	1.328	1.235	219	37.623
10-11 Uhr	1.029	32.477	3.040	190	1.384	1.240	213	39.574
11-12 Uhr	951	34.817	3.152	213	1.364	1.181	239	41.918
12-13 Uhr	1.253	35.938	2.906	237	1.345	1.178	253	43.110
13-14 Uhr	1.116	37.990	2.995	304	1.275	1.243	277	45.200
14-15Uhr	1.225	40.590	3.226	245	1.244	1.304	271	48.105
15-16 Uhr	1.542	43.313	3.331	275	1.261	1.113	305	51.140
16-17 Uhr	1.495	47.684	3.423	311	1.318	1.089	316	55.636
17-18 Uhr	1.730	45.706	2.959	259	1.047	911	296	52.907
18-19 Uhr	1.205	39.242	2.388	181	716	765	223	44.719
19-20 Uhr	939	27.490	1.705	127	488	544	153	31.446
20-21 Uhr	529	18.926	1.208	82	405	401	88	21.637
21-22Uhr	72	13.916	911	76	334	336	49	15.694
22-23 Uhr	28	10.933	734	63	315	286	43	12.402
23-24 Uhr	19	6.023	472	34	241	257	23	7.069
Summe	15.864	577.716	46.808	3.785	19.395	18.619	3.583	685.771

<sup>1</sup> inkl. Wohnmobile

**Tab. 43:** Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen 2014 gegliedert nach Tageszeit und Fahrzeugart

Tageszeit	motor. Zweiräder	Pkw	Liefer- wagen <sup>1</sup>	Busse	Lkw > 3,5 t zGM	Zug- masch.	Sonst. Kfz	Insgesamt
	Anteil an der Gesamtfahrleistung in %							
0-1 Uhr	0,1	0,6	0,8	0,9	1,2	1,3	0,6	0,6
1-2 Uhr	0,0	0,4	0,7	0,5	1,2	1,4	0,4	0,4
2-3 Uhr	0,1	0,3	0,6	0,5	1,2	1,5	0,5	0,4
3-4 Uhr	0,1	0,3	0,7	0,5	1,4	2,0	0,4	0,4
4-5 Uhr	0,2	0,6	1,0	0,9	1,9	2,4	0,6	0,7
5-6 Uhr	0,3	2,1	2,2	3,0	2,8	3,7	1,5	2,1
6-7 Uhr	3,1	4,1	5,1	5,5	4,6	5,7	3,6	4,2
7-8 Uhr	3,9	5,7	6,8	7,4	6,0	5,7	5,0	5,8
8-9 Uhr	4,6	5,3	6,8	7,0	7,2	6,0	4,6	5,4
9-10 Uhr	4,8	5,4	6,0	5,2	6,8	6,6	6,1	5,5
10-11 Uhr	6,5	5,6	6,5	5,0	7,1	6,7	6,0	5,8
11-12 Uhr	6,0	6,0	6,7	5,6	7,0	6,3	6,7	6,1
12-13 Uhr	7,9	6,2	6,2	6,3	6,9	6,3	7,1	6,3
13-14 Uhr	7,0	6,6	6,4	8,0	6,6	6,7	7,7	6,6
14-15Uhr	7,7	7,0	6,9	6,5	6,4	7,0	7,6	7,0
15-16 Uhr	9,7	7,5	7,1	7,3	6,5	6,0	8,5	7,5
16-17 Uhr	9,4	8,3	7,3	8,2	6,8	5,8	8,8	8,1
17-18 Uhr	10,9	7,9	6,3	6,8	5,4	4,9	8,3	7,7
18-19 Uhr	7,6	6,8	5,1	4,8	3,7	4,1	6,2	6,5
19-20 Uhr	5,9	4,8	3,6	3,4	2,5	2,9	4,3	4,6
20-21 Uhr	3,3	3,3	2,6	2,2	2,1	2,2	2,5	3,2
21-22Uhr	0,5	2,4	1,9	2,0	1,7	1,8	1,4	2,3
22-23 Uhr	0,2	1,9	1,6	1,7	1,6	1,5	1,2	1,8
23-24 Uhr	0,1	1,0	1,0	0,9	1,2	1,4	0,7	1,0
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

<sup>1</sup> inkl. Wohnmobile

Tab. 44: Anteile der Tagesstunden an Inländerfahrleistung auf deutschen Straßen 2014 gegliedert nach Fahrzeugarten

## 5.2 Aufgliederungen auf Basis anderer Verkehrserhebungen

Auf eine detaillierte Beschreibung der für Aufgliederungen der Inländerfahrleistung grundsätzlich infrage kommenden Erhebungen „Mobilität in Deutschland (MiD 2008)“, „Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland (KiD 2010)“ und „Deutsches Mobilitätspanel (MOP 2014)“ wird an dieser Stelle verzichtet, diesbezüglich sei auf die entsprechenden Veröffentlichungen verwiesen. Zur Einordnung soll lediglich ein kurzer Blick auf die Ausrichtung/Ziele und damit einhergehend die Abgrenzung der Grundgesamtheit sowie die Definition der Fahr-

zeugarten bzw. Hauptverkehrsmittel bei den verschiedenen Erhebungen geworfen werden.

In der Erhebung KiD 2010 wurden folgende Fahrzeugarten unterschieden:

- Krafträder
  - Krafträder privater Halter,
  - Krafträder gewerblicher Halter.
- Personenkraftwagen
  - Pkw privater Halter,
  - Pkw gewerblicher Halter.

- Lastkraftwagen
  - Lkw  $\leq$  3,5 t Nutzlast privater Halter,
  - Lkw  $\leq$  3,5 t Nutzlast gewerblicher Halter,
  - Lkw  $>$  3,5 t Nutzlast.
- Zugmaschinen
  - Sattelzugmaschinen,
  - Ackerschlepper und sonstige Zugmaschinen.
- Reisebusse,
- übrige Kraftfahrzeuge
  - Wohnmobile,
  - Schutz- und Rettungsfahrzeuge,
  - Sonstige Kfz.

Das Hauptaugenmerk dieser Erhebung lag auf der Ermittlung von Kennziffern im Bereich des Wirtschaftsverkehrs, d. h. des Verkehrs mit Krafträdern und Pkw gewerblicher Halter sowie Lkw bis einschließlich 3,5 t Nutzlast. Alle anderen Fahrzeugarten wurden lediglich in sog. Zusatzerhebungen – mit deutlich geringerem Stichprobenumfang – erfasst. Dies betrifft die Pkw privater Halter und die größeren Güterkraftfahrzeuge sowie Busse und übrige Kfz.

In der Erhebung MiD 2008 stellten die Haushalte (bzw. die darin lebenden Personen) in Deutschland die Untersuchungseinheiten dar. Hieraus folgt, dass Wege primär als Ortsveränderungen von Personen und nicht als Fahrten von Verkehrsmitteln erhoben werden. Insofern sind in der MiD Wege von Personen durch ein Hauptverkehrsmittel gekennzeichnet (da die im Verlauf eines Weges durchaus unterschiedliche Verkehrsmittel genutzt werden können). Zusätzlich ist besonders mit Blick auf den Kraftfahrzeugverkehr die Unterscheidung zwischen Fahrer bzw. Mitfahrer eines Kfz zu treffen. Um die hier im Fokus stehenden Fahrleistungen von Kfz nach Fahrer- bzw. Fahrtenmerkmalen zu differenzieren – könnten folgende „Hauptverkehrsmittel“ aus der MiD-Erhebung betrachtet werden:

- Mofa/Moped,
- Motorrad,
- Pkw (als Fahrer).

Prinzipiell stehen auch Fahrten als Lkw-Fahrer aus der Erhebung MiD zur Verfügung; wegen der geringen Fallzahl sollte jedoch auf ein Heranziehen

dieser Daten verzichtet werden. Vor dem Hintergrund des Charakters von MiD sind die auf die genannten Hauptverkehrsmittel entfallenden Fahrleistungen letztlich nicht hinreichend genau nach Fahrleistungen von Fahrzeugen privater bzw. gewerblicher Fahrzeughalter zu unterscheiden (vgl. hierzu auch die diesbezüglichen Ausführungen zum Mobilitätspanel in Kapitel 6.2).

Für die Erhebung MOP 2014 gilt Ähnliches mit der Besonderheit, dass hier das Mobilitätsverhalten über den Verlauf einer ganzen Woche erhoben wird und dass als Grundgesamtheit nicht die Gesamtbevölkerung, sondern die privaten „deutschsprachigen“ Haushalte betrachtet werden. In jedem Fall ist eine Synchronisierung der verschiedenartigen Merkmalsausprägungen bei zentralen Variablen notwendig. Beispielsweise werden die erfragten Fahrtzwecke in den genannten Erhebungen unterschiedlich vorgegeben.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass nach Bereinigung all dieser Unterschiede eine Aufgliederung der Inländerfahrleistung 2014 mit Daten aus den genannten Erhebungen prinzipiell möglich wäre, in diesem Kontext jedoch – anders als im Jahr 2002 – darauf verzichtet wird. Der Grund liegt im Wesentlichen in der zeitlichen Diskrepanz vor allem zu den Erhebungen MiD 2008 und KiD 2010 und den damit einhergehenden unterschiedlichen Rahmenbedingungen des Verkehrs (z. B. Finanz- und Wirtschaftskrise 2008-2010).

Sachgerechter erscheint es, die Ergebnisse der FLE-Halterbefragung 2014 auf Basis der zeitlich näheren MiD 2016 nach fahrtbezogenen Merkmalen aufzugliedern, sobald diese Mobilitätsdaten zur Verfügung stehen. Hinzu kommt, dass – anders als bei den Fahrleistungserhebungen der Jahre 1990, 1993 und 2002 – nun erstmals auch ein Scientific-Use-File bereitgestellt wird, der die Möglichkeit zur Durchführung individueller Vergleichsuntersuchungen in vielfältiger Aufgliederung schafft.

## 6 Die FLE-Halterbefragung als Referenzverfahren zur Ermittlung der Inländerfahrleistung

Die Fahrleistung inländischer Fahrzeuge lässt sich unter derzeitigen Rahmenbedingungen am genauesten und differenziertesten durch eine Primär-

erhebung im Stile der Halterbefragung 2014 ermitteln. Im Hinblick auf die Schätzung der Inländerfahrleistung hat die FLE-Halterbefragung somit den Charakter eines Referenzverfahrens in der Fahrleistungsstatistik.

Kennzahlen zur Inländerfahrleistung lassen sich bekanntermaßen auch aus Erhebungen hochrechnen, die nicht primär der Ermittlung von Kfz-Fahrleistungen dienen, sondern bei denen Fahrleistungsdaten quasi als Nebenprodukt anfallen. Es versteht sich, dass die Validität solcher Schätzungen durch entsprechende Vergleiche mit der FLE-Halterbefragung beurteilt werden kann. Im Folgenden werden in diesem Zusammenhang die Güterkraftverkehrsstatistik und das Mobilitätspanel untersucht, da es sich in beiden Fällen um laufende Erhebungen handelt, die auch für das Jahr 2014 als dem Bezugsjahr der aktuellen FLE Fahrleistungsschätzwerte liefern.<sup>62</sup>

Die Möglichkeit der Validierung besteht auch für alternative Methoden der Fahrleistungsschätzung, die wie die neue KBA-Statistik „Verkehr in Kilometern“ nicht auf Daten aus empirischen Fahrleistungs- oder Verkehrserhebungen, sondern auf Prozessdaten mit Fahrleistungsbezug beruhen.

## 6.1 Einordnung der Fahrleistungskennzahlen der Güterkraftverkehrsstatistik

Die vom KBA geführte Güterkraftverkehrsstatistik (GüKVSt) weist neben einer Vielzahl von Ergebnissen zu den Beförderungsleistungen im gewerblichen und Werkverkehr auch die von deutschen Lastkraftfahrzeugen (Lkw mit mehr als 3,5 Tonnen Nutzlast und Sattelzugmaschinen) in Deutschland zurückgelegten Entfernungen in tiefer Gliederung aus. Im vorliegenden Kontext interessiert allein die Gliederung der zurückgelegten Entfernung, d. h. der Fahrleistung, nach der Fahrzeugart (siehe Tabelle 45).

<sup>62</sup> Fahrleistungen wurden auch im Rahmen der KiD 2010 hochgerechnet. Wegen des inzwischen großen zeitlichen Abstands erscheint ein Vergleich mit der FLE 2014 nicht mehr sachgerecht.

<sup>63</sup> Lkw mit fehlender Nutzlast-Angabe (1,4 %) wurden in der FLE 2014 bei diesem Ergebnisvergleich dann der Gruppe der Lkw mit einer Nutzlast von mehr als 3,5 Tonnen zugeordnet, wenn die zulässige Gesamtmasse des Fahrzeugs größer als 7,5 Tonnen war.

Fahrzeugart	Inlandsfahrleistung 2014 in 1.000 km
Lkw über 3,5 t NL	12.295.794
Sattelzugmaschinen	15.314.932
Summe	27.610.726

Tab. 45: Fahrleistung deutscher Lastkraftfahrzeuge auf deutschen Straßen gemäß Güterkraftverkehrsstatistik

Fahrzeugart	Inlandsfahrleistung 2014 in Mrd. km	
	GüKVSt	FLE
Lkw über 3,5 t NL	12,3	13,5
Sattelzugmaschinen	15,3	18,1
Summe	27,6	31,6

Tab. 46: Fahrleistung deutscher Lastkraftfahrzeuge auf deutschen Straßen 2014 gemäß Güterkraftverkehrsstatistik und Fahrleistungserhebung (FLE-Halterbefragung)

In Tabelle 46 werden diese Werte den Ergebnissen der Fahrleistungserhebung 2014 gegenübergestellt.<sup>63</sup>

Die GüKVSt-Fahrleistungsschätzwerte liegen für die beiden in dieser Statistik erfassten Fahrzeugarten um 9 bzw. 15 % unter den Vergleichswerten der FLE 2014. Dieser Befund ist nicht neu.

Im Rahmen der im Auftrag des Bundesverkehrsministeriums durchgeführten Studie „Evaluation und methodische Weiterentwicklung der Güterkraftverkehrsstatistik“ waren bei Vergleichen der Güterkraftverkehrsstatistik 2002 mit der Fahrleistungserhebung 2002 sowie der Erhebung KiD 2002 ähnliche Abweichungen nach unten festgestellt worden (IVT, Progrtrans und WVI, 2006). Als Ursache für die Unterschätzung der Gesamtfahrleistung in der Güterkraftverkehrsstatistik wurde mittels unterschiedlicher Analyseansätze letztlich die Komplexität des GüKVSt-Fragebogens und der daraus resultierende hohe Ausfüllaufwand identifiziert (durch Nichtberichten von Fahrzeugeinsätzen können die Auskunftspflichtigen ihren „Statistikaufwand“ reduzieren).

Die hier vorliegende Bestätigung der Ergebnisse der Evaluationsstudie aus dem Jahr 2006 unterstreicht, dass die in der Evaluationsstudie formulierten Empfehlungen für Verbesserungen im Erhebungsverfahren der Güterkraftverkehrsstatistik immer noch aktuell und umsetzungswürdig sind.

## 6.2 Einordnung der Fahrleistungskennzahlen des Mobilitätspanels

Für das Jahr 2014 können mit einigen Einschränkungen Fahrleistungskennzahlen nach dem Inländerkonzept auch auf Basis des Deutschen Mobilitätspanels (MOP) ermittelt werden. Im Folgenden wird der Stellenwert dieser Kennzahlen vor dem Hintergrund der Ergebnisse der FLE 2014 (Halterbefragung) untersucht. Dabei werden zwei unterschiedliche Ansätze zur Fahrleistungsschätzung betrachtet, die bei der Auswertung der MOP-Daten Anwendung finden.

### Hochrechnung der Gesamtlänge der mit dem Verkehrsmittel „Pkw (als Fahrer)“ durchgeführten Wege von Personen

Eine erste Möglichkeit der Ermittlung von Fahrzeugfahrleistungen auf MOP-Basis besteht darin, die für eine Erhebungsperiode im Herbst jeden Jahres mithilfe des sog. „MOP-Tagebuchs“ erfassten Wege von Personen, bei denen als Verkehrsmittel „Pkw (als Fahrer)“ angegeben wird, mit Fahrten von Pkw gleichzusetzen. Die Gesamtlänge der betreffenden Personenwege (Wege als Pkw-Fahrer) entspricht dann der Gesamtlänge der zugehörigen Pkw-Fahrten und damit der Pkw-Fahrleistung.

Mit den im Rahmen der Halterbefragung erhobenen Pkw-Fahrleistungen ist dieser Wert von der Definition her vergleichbar, wenn man davon ausgeht, dass die im Mobilitätspanel befragten Personen auch diejenigen Wege berichten, die sie am Steuer von Pkw gewerblicher Halter zurücklegen. Für Motorräder erscheint ein entsprechendes Vorgehen nicht vertretbar, da die entsprechende Stichprobe zu klein ist.

Bei der Schätzung der Gesamtlänge der Pkw-Fahrer-Wege auf MOP-Basis ist zusätzlich noch zu beachten, dass das Mobilitätspanel sich auf „Deutschsprachige“ bezieht und die Ergebnisse deshalb zunächst auch nur auf die entsprechend eingeschränkte Grundgesamtheit hochgerechnet werden können. Für eine Gegenüberstellung mit der FLE 2014 ist aber eine Hochrechnung auf die Gesamtbevölkerung notwendig. Führt man mit den Daten des MOP 2014 entsprechende Berechnungen durch, so ergibt sich ein Schätzwert für die Pkw-Gesamtfahrleistung 2014 in Höhe von 576,99 Mrd. Fzghm.

Dieser Wert liegt nur um 3,6 % unter der auf Basis der Halterbefragung 2014 hochgerechneten Pkw-Gesamtfahrleistung von 598,71 Mrd. Fzghm. Unter Berücksichtigung des Umstands, dass der MOP-Befragungszeitraums auf eine Periode im Herbst jedes Jahres beschränkt ist, stimmt die grobe Abschätzung auf MOP-Basis gut mit dem Referenzwert aus der Halterbefragung 2014 überein.

Anders als bei der FLE 2014 sind weitergehende Aufgliederungen des MOP-Schätzwerts für die Pkw-Gesamtfahrleistung angesichts des geringen Stichprobenumfangs nur sehr begrenzt möglich.

### Schätzung der Pkw-Gesamtfahrleistung auf Basis von Daten zur Fahrleistung in einem 8-Wochen-Zeitraum

Jeweils im Frühjahr eines Jahres wird im Rahmen des Mobilitätspanels die Fahrleistung von Pkw in einem 8-wöchigen Zeitraum mithilfe des „MOP-Tankbuchs“ erfasst. Entsprechend der Grundgesamtheit des MOP (Private Haushalte) bilden „Pkw in Privathaushalten“ die Grundgesamtheit der Tankbucherhebung. Diese können im ZFZR als privat oder gewerblich (z. B. Dienstwagen) zugelassen sein. Damit entspricht die Grundgesamtheit der MOP-Tankbucherhebung wohl der Gesamtheit der Pkw privater Halter zuzüglich etwa der Hälfte der Pkw gewerblicher Halter. Rechnet man die im MOP-Tankbuch erhobenen Fahrleistungen auf diese Grundgesamtheit hoch, so ergibt sich für die Pkw-Gesamtfahrleistung 2014 ein Schätzwert von 541,85 Mrd. Fzghm.

Obschon das Befragungsverfahren der „MOP-Tankbucherhebung“ demjenigen der Halterbefragung ähnelt (Aufzeichnung des Tachostands von Fahrzeugen zu unterschiedlichen Zeitpunkten), weicht diese MOP-Schätzung vom FLE-Referenzwert deutlich stärker, nämlich um 9,5 % nach unten ab, als die auf Basis des MOP-Wegetagebuchs berechnete Gesamtfahrleistung.

Die Tagebucherhebung des MOP, bei der die Wege erhoben werden, die Personen als Fahrer eines Pkw durchführen, ergibt somit eine Pkw-Gesamtfahrleistung, die näher an den Werten der FLE liegt, als die direkte Erfassung der Fahrleistung von Pkw in den MOP-Haushalten durch die Tankbucherhebung. Eine mögliche Erklärung für dieses unerwartete Resultat liegt darin, dass im MOP-Tagebuch auch Wege als Pkw-Fahrer erfasst sind, die in Pkw zurückgelegt werden, welche nicht Privat-Haushal-

ten zugeordnet sind. Damit sind die erfassten Fahrleistungen beim MOP-Wegetagebuch etwas weiter definiert als beim MOP-Tankbuch und insgesamt besser mit der FLE vergleichbar.

### 6.3 Einordnung der KBA-Statistik „Verkehr in Kilometern“

#### 6.3.1 Grundlagen der KBA-Statistik „Verkehr in Kilometern“

Die Ergebnisse der erstmals für das Jahr 2013 vom KBA veröffentlichten „Statistiken über den Verkehr in Kilometern der deutschen Kraftfahrzeuge“ (kurz KBA-Statistik „Verkehr in Kilometern“) beruhen im Wesentlichen auf Daten aus Prüfvorgängen und Mängelfeststellungen, die im Rahmen der Durchführung von Hauptuntersuchungen (HU) von Kraftfahrzeugen und Anhängern erfasst werden. Gegenstand der Nachweisung ist in der neuen KBA-Statistik die jährliche Gesamtsumme der Fahrleistungen der in Deutschland mit amtlichem Kennzeichen zugelassenen Kraftfahrzeuge, d. h. die Inländerfahrleistung (ohne Fahrzeuge mit Versicherungskennzeichen).

Während die Halterbefragung im Rahmen der Fahrleistungserhebung FLE 2014 eine Primärerhebung darstellt, handelt es sich bei der genannten KBA-Veröffentlichungsreihe um eine Statistik, die auf Prozessdaten basiert, genauer auf Tachostandsdaten, die bei den Technischen Überwachungsinstitutionen im Zusammenhang mit Kfz-Hauptuntersuchungen ohnehin festgehalten werden.

Im Kern besteht das verwendete Hochrechnungsverfahren darin, dass aus vorliegenden Individualdaten über den Tachostand der Fahrzeuge zum Prüfzeitpunkt (dieser Tachostand wird mit der gesamten bisherigen Fahrleistung des Kraftfahrzeugs gleichgesetzt<sup>64</sup>) unter bestimmten Modellannahmen kalenderjahrbezogene Fahrleistungskennzahlen geschätzt werden. Die in den HU-Daten naturgemäß nicht erfasste mittlere Monatsfahrleistung des Fahrzeugs in der Bezugsperiode der Hochrechnung (hier Kalenderjahr 2014) wird dabei durch die mittlere Monatsfahrleistung seit Erstzulassung des Fahrzeugs (Tachostand zum Prüfzeitpunkt dividiert durch die Anzahl der Monate seit Erstzulassung) approximiert. Daneben fließen in das Hochrechnungsverfahren – differenziert nach Fahrzeuggruppen und unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Periodizität der Prüftermine –

gewisse empirisch ermittelte Faktoren ein, welche aus Auswertungen der Daten der Fahrleistungserhebung FLE 2002 stammen. Der nach dem skizzierten Verfahren hochgerechnete Jahrestotalwert der Kfz-Fahrleistungen kann prinzipiell nach allen Merkmalen aufgegliedert werden, die in den HU-Daten enthalten sind bzw. über den Hersteller- und Typschlüssel der geprüften Fahrzeuge diesem Datenbestand hinzugefügt werden können.

Es versteht sich, dass die Schätzung periodenbezogener Fahrleistungstotalwerte idealerweise (wie bei der Halterbefragung) auf empirischen Daten über Fahrleistungen in der betreffenden Periode beruhen sollte. In ihrer bisherigen Form erfüllen die Daten der Technischen Überwachungsorganisation diese Anforderung nicht. Ein entscheidender Schritt zur Verbesserung der Datengrundlage ist daher die für die Zukunft vorgesehene Speicherung der Tachostände (auf Ebene der Einzelfahrzeuge) bei aufeinander folgenden Hauptuntersuchungen. Das spätere, auf die verbesserte Datenbasis abgestimmte Hochrechnungsverfahren kann dann auf Tachostandsdifferenzen, d. h. Fahrleistungen zwischen zwei Prüfterminen, aufbauen. Der Zeitraum, auf welchen sich die Fahrleistungsdaten beziehen, liegt dann näher am Bezugszeitraum der Hochrechnung, nämlich dem jeweiligen Kalenderjahr<sup>65</sup>.

#### 6.3.2 Ergebnisse der KBA-Statistik „Verkehr in Kilometern“ vor dem Hintergrund der FLE 2014

Bei einem Vergleich der Gesamtfahrleistung 2014 gemäß KBA-Statistik mit der Gesamtfahrleistung gemäß Halterbefragung müssen die folgenden Fahrzeuggruppen außer Acht bleiben, da die betreffenden Gruppen nur in jeweils einer der beiden Datenquellen berücksichtigt sind:

- Land-/forstwirtschaftliche Zugmaschinen,
- Kfz mit Versicherungskennzeichen.

<sup>64</sup> Angesichts der vermuteten Häufigkeit von Manipulationen des Wegstreckenzählers ist diese Annahme durchaus problematisch.

<sup>65</sup> Bei der Halterbefragung liegt der Zeitraum, auf den sich die erhobenen Fahrleistungsdaten beziehen, für die weitaus meisten Stichprobenfahrzeuge vollständig innerhalb des Kalenderjahres, für welches die Gesamtfahrleistung geschätzt wird. Diese für die Hochrechnung vorteilhafte Situation ist bei den HU-Daten prinzipiell nicht erreichbar.

Stellt man für die in den Ergebnisvergleich einzubeziehenden Fahrzeuggruppen zunächst die Kfz-Bestände dar, die direkt (Halterbefragung) oder indirekt (KBA-Statistik<sup>66</sup>) in den Ergebnisdarstellungen ausgewiesen werden, so zeigt sich, dass die in der KBA-Statistik „Verkehr in Kilometern“ zur Mittelwertbildung verwendeten Bestandsgrößen im Allgemeinen leicht unter dem bei der Halterbefragung maßgeblichen jahresdurchschnittlichen Bestand angemeldeter Kfz liegen. Dies dürfte damit zusammenhängen, dass in der KBA-Statistik der Kfz-Bestand zu Jahresbeginn als Bezugsgröße dient und der Jahresanfangsbestand im Allgemeinen niedriger als der Jahresdurchschnittsbestand ist.

Auffällig sind hier die Sonstigen Zugmaschinen und vor allem die Sonstigen Kfz, wo die starken Bestandsdifferenzen auf Unterschiede in der Abgrenzung der Fahrzeuggruppen hindeuten.

<sup>66</sup> In der KBA-Statistik „Verkehr in Kilometern“ werden Kfz-Bestände nicht ausgewiesen. Man kann die maßgeblichen Bestände aber aus den Angaben zur Gesamtfahrleistung und zur durchschnittlichen Fahrleistung ermitteln.

Beim Vergleich der Gesamtfahrleistungen bleiben diese Gruppen deshalb unberücksichtigt.

Stellt man die Fahrleistungsschätzwerte der KBA-Statistik den aus der Halterbefragung hochgerechneten Gesamtfahrleistungen gegenüber, so zeigt sich bei der zahlenmäßig mit Abstand bedeutendsten Gruppe der Personenkraftwagen nur eine geringe Abweichung der KBA-Fahrleistungsstatistik vom Referenzwert der Halterbefragung 2014 (+2,1 %). Auch bei Sattelzugmaschinen stimmt der Schätzwert auf Basis der HU-Daten gut mit dem Schätzwert gemäß FLE-Halterbefragung überein (Abweichung -4,6 %).

Etwas stärker weicht die KBA-Statistik von der Halterbefragung bei Omnibussen und Lastkraftwagen ab (+7,2 % bzw. -11,1 %). Da die betreffenden Bestandszahlen sehr gut übereinstimmen, kann die Abweichungsursache nicht in Unterschieden bei der Abgrenzung der Fahrzeuggruppen liegen.

Am auffälligsten ist die Abweichung der KBA-Statistik von der Halterbefragung bei der Gruppe der Krafträder (-23,2 %); ausgesprochen niedrige Gesamtfahrleistungswerte waren für diese

Fahrzeuggruppe	Halterbefragung 2014 (A)	KBA-Statistik 2014 (B)	Abweichung (B):(A) (in %)
	Kfz-Bestand in 1.000		
Krafträder	4.148	4.091	-1,4 %
Personenkraftwagen	44.126	43.366	-1,7 %
Lastkraftwagen	2.674	2.620	-2,0 %
Sattelzugmaschinen	194	181	-6,7 %
Sonst. Zugmaschinen	133	118	-11,3 %
Omnibusse	77	76	-1,3 %
Sonstige Kfz	304	466	+53,3 %

Tab. 47: Kfz-Bestände gemäß Halterbefragung 2014 und KBA-Statistik 2014

Fahrzeuggruppe	Halterbefragung 2014 (A)	KBA-Statistik 2014 (B)	Abweichung (B):(A) (in %)
	Gesamtfahrleistung in Mio. Fzgkm		
Krafträder	12.368	9.495	-23,2 %
Personenkraftwagen	598.705	611.454	+2,1 %
Lastkraftwagen	63.876	56.764	-11,1 %
Sattelzugmaschinen	19.309	18.422	-4,6 %
Omnibusse	3.956	4.240	+7,2 %

Tab. 48: Vergleich der hochgerechneten Gesamtfahrleistung gemäß FLE 2014 und KBA-Statistik 2014

Fahrzeuggruppe allerdings bereits im Rahmen der Entwicklung und Erprobung des Hochrechnungsverfahrens für die HU-Daten festgestellt worden.

### 6.3.3 Ausblick

Angesichts der fundamentalen Unterschiede im Bereich der Datengrundlagen ist festzustellen, dass der auf der Nutzung ohnehin vorhandener Prozessdaten (Tachostandswerte aus Kfz-Hauptuntersuchungen) beruhende statistische Ansatz zur Schätzung kalenderjahrbezogener Gesamtfahrleistungen zu Ergebnissen führt, die denen einer speziellen Halterbefragung zu Fahrzeugfahrleistungen durchaus bereits nahekommen.

Mit der inzwischen in Angriff genommenen Verbesserung der Datenqualität (Speicherung der Tachostände bei aufeinander folgenden Hauptuntersuchungen) und bei einer darauf abgestimmten Weiterentwicklung des Hochrechnungsverfahrens hat die KBA-Statistik das Potenzial, ein wichtiges Element eines neuen statistischen Systems zur Ermittlung von Fahrleistungskennzahlen zu werden. Die Halterbefragung hätte dann nicht mehr vorrangig die Aufgabe, Fahrleistungswerte für Fahrzeuggruppen zu liefern (diese Aufgabe könnte dann die weiterentwickelte KBA-Statistik übernehmen), sondern könnte sich verstärkt auf die Erhebung von Fahrleistungen in Untergliederung nach verkehrspolitisch und verkehrsplanerisch relevanten Merkmalen konzentrieren, die über die technischen ZFZR-Merkmale hinausgehen.

## 7 Zusammenfassung und Empfehlungen

Die Fahrleistung von Kraftfahrzeugen, also die Summe der Kilometer, die von Kfz innerhalb eines definierten Zeitraumes auf einem definierten Straßennetz zurückgelegt werden, ist eine zentrale Kenngröße zur Beschreibung der Inanspruchnahme der Verkehrsinfrastruktur. In der Fahrleistung spiegelt sich unmittelbar die Intensität der räumlichen Austauschbeziehungen innerhalb von Wirtschaft und Gesellschaft wider. Mit der Fahrleistungserhebung 2014 liegt erstmals wieder seit 2002 für Deutschland detailliertes statistisches Datenmaterial zur Fahrleistung von Kraftfahrzeugen vor.

Die Erhebung der Inländerfahrleistung wurde weitgehend identisch zur Vorgängeruntersuchung aus dem Jahr 2002 angelegt. Dabei wird für eine geschichtete Stichprobe von Fahrzeugen mittels einer zweimaligen Tachostandsablesung die Fahrleistung in einem durch das Erhebungsdesign vorgegebenen Berichtszeitraum erhoben. Einbezogen in die Analysen wurden sämtliche Kraftfahrzeugarten, vom Mofa bis zur Sattelzugmaschine (nicht enthalten sind u. a. Ackerschlepper und Fahrzeuge der Bundespolizei sowie der Bundeswehr).

In die Kfz-Halterbefragung wurden insgesamt rund 162.650 Fahrzeughalter einbezogen, die nach einem stichprobentheoretisch fundierten Verfahren aus der Kfz-Bestandsdatei des Kraftfahrt-Bundesamtes (Zentrales Fahrzeugregister ZFZR) ausgewählt worden waren. Mit einer Rücklaufquote von 56 % in der Anfangsbefragung und 85 % in der Schlussbefragung, was einer Gesamtrücklaufquote von ca. 47 % entspricht, wurde eine erfreulich hohe Teilnahmebereitschaft verzeichnet. Dem allgemeinen Trend folgend, war diese Quote zwar niedriger als bei den Vorläuferprojekten aus den Jahren 1990, 1993 und 2002, lag aber vor allem durch die Anwendung des neu entwickelten Mixed-Mode-Designs (Erweiterung der schriftlich-postalischen Antwortmöglichkeit um eine Online-Variante) sogar leicht über den im Vorfeld der Befragung angestrebten Werten.

Auf Basis der Halterbefragung (inkl. Abfrage der im Ausland gefahrenen Kilometer) wurden Eckwerte und Strukturgliederungen der Gesamtfahrleistung 2014 nach dem Inländerkonzept empirisch ermittelt. Die Ergebnisse der Fahrleistungserhebung (FLE 2014) basieren auf der Methode der separaten Verhältnisschätzung bei geschichteten Stichproben. Hieraus lassen sich tief gegliederte Kennzahlen sowohl zum Stand als auch – durch Vergleich mit der FLE 2002 – zur Entwicklung der Fahrleistungen der in Deutschland zugelassenen Kraftfahrzeuge ableiten.

Erstmals wurden dabei auch belastbare Fahrleistungskennzahlen zu Fahrzeugen mit alternativen Antrieben und Energieträgern (Elektro, Hybrid etc.) ermittelt. Gleiches gilt für Fahrzeuge, die im Rahmen neuer Verkehrsangebote eingesetzt werden (z. B. Fernlinienbusse).

Zu den Aufgaben der FLE 2014 gehört auch die Ermittlung des Unfallrisikos im motorisierten Straßenverkehr. Wesentliche Bezugsgröße hierbei

ist die sogenannte „Inlandsfahrleistung“, d. h. die Summe der auf dem deutschen Straßennetz erbrachten Kfz-Fahrleistungen. Um diese genauer als im Jahr 2002 bestimmen zu können, wurde parallel zur Halterbefragung eine automatische Zählung des Kraftfahrzeugverkehrs an zufällig ausgewählten Standorten und Tagen durchgeführt. Die 24-Stunden-Zählungen, bei denen nach Fahrzeugart und Fahrzeugnationalität unterschieden wurde, waren dabei über das gesamte deutsche Straßennetz und das ganze Jahr 2014 verteilt. Die neue Primärerhebung bot im hier behandelten Kontext erstmals die Möglichkeit, Kennzahlen der Inländerfahrleistung nach Straßenklasse und Ortslage sowie nach Wochentagstypen und Tageszeitabschnitten zu unterteilen. Einzelheiten zur Erhebung der Inlandsfahrleistung und zur Ermittlung des Unfallrisikos sind Gegenstand des Berichtes „Fahrleistungserhebung 2014 – Inlandsfahrleistung und Unfallrisiko“ (BÄUMER, M. et al. (2017): Fahrleistungserhebung 2014 – Inlandsfahrleistung und Unfallrisiko. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 291, Bergisch Gladbach).

Hervorzuheben ist schließlich auch noch die Qualität der wissenschaftlichen Begleitung des Projekts FLE 2014 durch einen forschungsbegleitenden Ausschuss. Wie schon bei den Vorgängerprojekten hat sich dieses Modell der fachlichen Unterstützung als überaus wertvoll erwiesen.

Mit Blick auf die Zukunft der Fahrleistungsstatistik ist festzustellen, dass eine methodische Innovation durch Nutzung der demnächst beim Kraftfahrt-Bundesamt vorliegenden Daten zum Tachostand von Kraftfahrzeugen bei aufeinanderfolgenden Hauptuntersuchungen (HU) in den Bereich des Möglichen rückt. Die Schätzung von Fahrleistungen auf der Basis ohnehin vorliegender Prozessdaten bietet die Chance, das System der Fahrleistungserhebung zukünftig noch effizienter zu gestalten. So ließe sich durch die Einbindung der HU-Daten der Stichprobenumfang der nach wie vor benötigten Halterbefragung wohl deutlich reduzieren. Dies würde ggf. die Möglichkeit eröffnen, die Fahrleistungserhebung zukünftig periodisch, beispielsweise regelmäßig alle fünf Jahre durchzuführen.

## 8 Literatur

- BARNETT, V. (1991): *Sample Survey Principles and Methods*. London: Hodder & Stoughton
- BARNETT, V.; LEWIS, T. (1994): *Outliers in Statistical Data*. 3. Aufl., John Wiley & Sons, Chichester
- BASt (Hrsg.) (1978): *Fahrleistungen im Straßenverkehr – Datenbedarf, Erhebungsmethoden und Realisierungsempfehlungen zu Fahr- und Verkehrsleistungsstatistiken*. Autoren: BAUR, R.; BIHN, W. R.; BRÜHNING, E.; EICHBERG, J.; GRUNAU, B.; OTTO, H.; RIEKE, H.; ZIMMERMANN, G. Projektgruppenberichte der BASt, Bereich Straßenverkehrstechnik, Köln, Dezember 1978
- BÄUMER, M.; HAUTZINGER, H.; KATHMANN, T.; SCHMITZ, S.; SOMMER, C.; WERMUTH, M. (2010): *Ermittlung von Standards für anforderungsgerechte Datenqualität bei Verkehrserhebungen*. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 200, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW
- BÄUMER, M.; HAUTZINGER, H.; PFEIFFER, M. et al. (2017): *Fahrleistungserhebung 2014 – Inlandsfahrleistung und Unfallrisiko*. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 291, Bergisch Gladbach
- BIEMER, P. B.; LYBERG, L. E. (2003): *Introduction to Survey Quality*, Wiley Interscience
- BUTTNER, G. (1996): *Ein einfaches Verfahren zur Identifikation von Ausreißern bei multivariaten Daten*. Arbeitspapier, Universität Erlangen-Nürnberg
- CASPARY, W. (2013): *Fehlertolerante Auswertung von Messdaten: Daten- und Modellanalyse, robuste Schätzung*. München: Oldenbourg
- COCHRAN, W. G. (1977): *Sampling Techniques*, 3<sup>rd</sup> Edition, New York: Wiley
- DIETERLE, M. (2011): *Schätzung regionaler Daten mithilfe von Small Area-Schätzmethoden*. In: *Wirtschaft und Statistik*, 12/2011, S. 1212-1218. Stuttgart : Metzler-Poeschel
- DLR/IVT (2013): *Methodenstudie zur Fahrleistungserhebung*. Schlussbericht zum Projekt FE 82.0545/2012 der Bundesanstalt für Straßenwesen. Berlin/Mannheim

- ECKSTEIN, P. P. (2008): Angewandte Statistik mit SPSS – Praktische Einführung für Wirtschaftswissenschaftler. 6. Auflage, Gabler, Wiesbaden
- FGSV (2012): Empfehlungen für Verkehrserhebungen (EVE), Köln
- FOREMAN, E. K. (1991): Survey Sampling Principles, New York: Marcel Dekker
- HANSEN, M. H.; HURWITZ, W. N.; MADOW, W. G. (1953a): Sample Survey Methods and Theory, Vol. I Methods and Applications, Wiley, New York
- HANSEN, M. H.; HURWITZ, W. N.; MADOW, W. G. (1953b): Sample Survey Methods and Theory, Vol. II Theory, Wiley, New York
- HAUTZINGER, H. et al. (1996): Inländerfahrleistung 1993. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Mensch und Sicherheit, Heft M 61. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW
- HAUTZINGER, H. et al. (2005a): Fahrleistungserhebung 2002 – Inländerfahrleistung. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 120. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW
- HAUTZINGER, H. et al. (2005b): Fahrleistungserhebung 2002 – Inlandsfahrleistung und Unfallrisiko. Berichte der BAST, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 121. Bergisch Gladbach: Wirtschaftsverlag NW
- HAUTZINGER, H. et al. (2012): Entwicklung eines methodischen Rahmenkonzepts für Verhaltensbeobachtung im fließenden Verkehr. Berichte der BAST, Reihe Mensch und Sicherheit, Heft M 227. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW
- IVT, PROGTRANS, WVI (2006): Evaluation und methodische Weiterbildung der Güterkraftverkehrsstatistik. BMVBS-Projekt, Forschungsbericht FE-Nr. 96.0854/2005. Heilbronn/Mannheim
- IVT (2015): Fahrleistungserhebung 2014 – Online-Modul zur Halterbefragung. Schlussbericht zum Projekt FE 82.0589/2013 der Bundesanstalt für Straßenwesen. Mannheim
- IVV (2004): Fahrleistungserhebung 2002, Teil: Grenzüberschreitender Verkehr, Projekt-Nr. FE 82.203/2001. Ingenieurgruppe für Verkehrswesen und Verfahrensentwicklung, Aachen
- KBA (2015): Halterbefragung des KBA. Schlussbericht zum Projekt FE 82.0586/2013 der Bundesanstalt für Straßenwesen. Flensburg
- KBA (2015b): Verkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge, Inlandsverkehr, Jahr 2014. Statistische Mitteilungen des Kraftfahrt-Bundesamtes VD 3. Flensburg
- KBA (2015c): Verkehr in Kilometern der deutschen Kraftfahrzeuge im Jahr 2014. Unter [http://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/2014/2014\\_verkehr\\_in\\_kilometern\\_node.html](http://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/2014/2014_verkehr_in_kilometern_node.html) vom 10.12. 2015
- KIT (2016): Deutsches Mobilitätspanel (MOP) – Wissenschaftliche Begleitung und Auswertungen Bericht 2014/2015: Alltagsmobilität und Fahrleistung, Institut für Verkehrswesen, Karlsruhe
- KRUG, W.; NOURNEY, M.; SCHMIDT, J. (1999): Wirtschafts- und Sozialstatistik. 5., völlig neu bearbeitete Auflage. München, Wien: Oldenbourg
- LEE, R. S.; FORTHOFFER, R. N. (2006): Analyzing Complex Survey Data. 2. Auflage, Reihe „Quantitative Applications in the Social Sciences“, SAGE Publications, Inc., Bd. 71, Thousand Oaks, CA
- LENSING, N. (2010): Zählungen des ausländischen Kraftfahrzeugverkehrs auf den Bundesautobahnen und Europastraßen 2008. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 197, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW
- MANTEL, H.; GIROUX, S. (2009): Variance Estimation in Complex Surveys with One PSU per Stratum. 2009 Joint Statistical Meetings, Section on Survey Research Methods, American Statistical Association, S. 3069-3082
- RUST, K.; KALTON, G. (1987): Strategies for Collapsing Strata for Variance Estimation. Journal of Official Statistics, Vol. 3, No. 1, Hrsg. Statistics Sweden, S. 69-81
- STENGER H. (1971): Stichprobentheorie. Würzburg, Wien: Physica-Verlag
- STENGER H. (1986): Stichproben. Heidelberg, Wien: Physica-Verlag

- VETTER, L.; HILGENFELD, C.; SCHREIBER, U. (2014): Bestimmung der Durchschnittsgeschwindigkeit eines Verkehrsstroms. In: Internationales Verkehrswesen, 66. Jahrgang, Heft 4, S. 80-83
- WIENERT, A. et al. (2014): Fahrleistungserhebung 2014 – Teil Erhebung Inlandsfahrleistung. Zweiter Zwischenbericht zum FE 82.0594/2013. Essen/Aachen
- WOLTER, K. M. (2007): Introduction to Variance Estimation. 2. Aufl., Springer, New York
- WVI, IVT, DLR, KBA (2011): Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland 2010 (KiD 2010). BMVBS-Projekt, Forschungsbericht FE-Nr. 70.0829/2008. Braunschweig

## Schriftenreihe

### Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

#### Unterreihe „Verkehrstechnik“

## 2014

V 238: Optimierung der Arbeitsprozesse im Straßenbetriebsdienst – Sommerdienst

Schmauder, Jung, Paritschkow € 19,00

V 239: Dynamische Messung der Griffigkeit von Fahrbahnmarkierungen

Steinauer, Oeser, Kemper, Schacht, Klein € 16,00

V 240: Minikreisverkehre – Ableitung ihrer Einsatzbereiche und Einsatzgrenzen

Baier, Leu, Klemps-Kohnen, Reinartz, Maier, Schmotz € 23,50

V 241: Rastanlagen an BAB – Verbesserung der Auslastung und Erhöhung der Kapazität durch Telematiksysteme

Kleine, Lehmann, Lohoff, Rittershaus € 16,50

V 242: Bordsteinkanten mit einheitlicher Bordhöhe und Bodenindikatoren an Überquerungsstellen

Boenke, Grossmann, Piazzolla, Rebstock, Herrnsdorf, Pfeil € 20,00

V 243: Nutzen und Kosten von Verkehrsbeeinflussungsanlagen über den gesamten Lebenszyklus

Balmberger, Maibach, Schüller, Dahl, Schäfer € 17,50

V 244: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2013

Fitschen, Nordmann € 28,50

V 245: Überprüfung der Befahrbarkeit innerörtlicher Knotenpunkte mit Fahrzeugen des Schwerlastverkehrs

Friedrich, Hoffmann, Axer, Niemeier, Tengen, Adams, Santel  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 246: Auswirkungen von Lang-Lkw auf die Verkehrssicherheit in Einfahrten auf Autobahnen

Kathmann, Roggendorf, Kemper, Baier  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 247: Befahrbarkeit plangleicher Knotenpunkte mit Lang-Lkw

Lippold, Schemmel  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 248: Verkehrsnachfragewirkungen von Lang-Lkw – Grundlagentermittlung

Burg, Röhling  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

## 2015

V 249: Auswirkungen von Querschnittsgestaltung und längsgerichteten Markierungen auf das Fahrverhalten auf Landstraßen

Schlag, Voigt, Lippold, Enzfelder  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 250: Befahrbarkeit spezieller Verkehrsanlagen auf Autobahnen mit Lang-Lkw

Lippold, Schemmel  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 251: Einsatzbereiche und Einsatzgrenzen von Straßenumgestaltungen nach dem „Shared Space“-Gedanken  
Baier, Engelen, Klemps-Kohnen, Reinartz € 18,50

V 252: Standortkataster für Lärmschutzanlagen mit Ertragsprognose für potenzielle Photovoltaik-Anwendungen  
Gündra, Barron, Henrichs, Jäger, Höfle, Marx, Peters, Reimer, Zipf € 15,00

V 253: Auswirkungen von Lang-Lkw auf die Sicherheit und den Ablauf des Verkehrs in Arbeitsstellen

Baier, Kemper  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 254: Beanspruchung der Straßeninfrastruktur durch Lang-Lkw

Wellner, Uhlig  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 255: Überholen und Räumen – Auswirkungen auf Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf durch Lang-Lkw

Zimmermann, Riffel, Roos  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 256: Grundlagen für die Einbeziehung der sonstigen Anlagenteile von Straßen in die systematische Straßenerhaltung als Voraussetzung eines umfassenden Asset Managements

Zander, Birbaum, Schmidt  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 257: Führung des Radverkehrs im Mischverkehr auf innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen

Ohm, Fiedler, Zimmermann, Kraxenberger, Maier, Hantschel, Otto € 18,00

V 258: Regionalisierte Erfassung von Straßenwetter-Daten

Holldorb, Streich, Uhlig, Schäufole € 18,00

V 259: Berücksichtigung des Schwerverkehrs bei der Modellierung des Verkehrsablaufs an planfreien Knotenpunkten

Geistefeldt, Sievers  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 260: Berechnung der optimalen Streudichte im Straßenwinterdienst

Hausmann € 15,50

V 261: Nutzung von Radwegen

in Gegenrichtung – Sicherheitsverbesserungen  
Alrut, Bohle, Busek € 16,50

V 262: Verkehrstechnische Optimierung des Linksabbiegens vom nachgeordneten Straßennetz auf die Autobahn zur Vermeidung von Falschfahrten

Maier, Pohle, Schmotz, Nirschl, Erbsmehl € 16,00

V 263: Verkehrstechnische Bemessung von Landstraßen – Weiterentwicklung der Verfahren

Weiser, Jäger, Riedl, Weiser, Lohoff € 16,50

V 264: Qualitätsstufenkonzepte zur anlagenübergreifenden Bewertung des Verkehrsablaufs auf Außerortsstraßen

Weiser, Jäger, Riedl, Weiser, Lohoff € 17,00

V 265: Entwurfstechnische Empfehlungen für Autobahntunnelstrecken

Bark, Kutschera, Resnikow, Baier, Schuckliß  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 266: Verfahren zur Bewertung der Verkehrs- und Angebotsqualität von Hauptverkehrsstraßen

Baier, Hartkopf € 14,50

V 267: Analyse der Einflüsse von zusätzlichen Textanzeigen im Bereich von Streckenbeeinflussungsanlagen  
Hartz, Saighani, Eng, Deml, Barby  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 268: Motorradunfälle – Einflussfaktoren der Verkehrsinfrastruktur  
Hegewald, Fürneisen, Tautz  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

## 2016

V 269: Identifikation von unfallauffälligen Stellen motorisierter Zweiradfahrer innerhalb geschlossener Ortschaften  
Pohle, Maier € 16,50

V 270: Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet)  
Holldorb, Rumpel, Biberach, Gerstengarbe, Österle, Hoffmann € 17,50

V 271: Verfahren zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien bei der Ausschreibung von Elementen der Straßeninfrastruktur  
Offergeld, Funke, Eschenbruch, Fandrey, Röwekamp  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 272: Einsatzkriterien für Baubetriebsformen  
Göttgens, Kemper, Volkenhoff, Oeser, Geistefeldt, Hohmann € 16,00

V 273: Autobahnverzeichnis 2016  
Kühnen € 25,50

V 274: Liegedauer von Tausalzen auf Landstraßen  
Schulz, Zimmermann, Roos € 18,00

V 275: Modellversuch für ein effizientes Störfallmanagement auf Bundesautobahnen  
Grahl, Skottke  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 276: Psychologische Wirkung von Arbeitsstellen auf die Verkehrsteilnehmer  
Petzoldt, Mair, Krems, Roßner, Bullinger € 30,50

V 277: Verkehrssicherheit in Einfahrten auf Autobahnen  
Kathmann, Roggendorf, Scotti  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 278: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2014  
Fitschen, Nordmann € 30,50

V 279: HBS-konforme Simulation des Verkehrsablaufs auf Autobahnen  
Geistefeldt, Giuliani, Busch, Schendzielorz, Haug, Vortisch, Leyn, Trapp € 23,00

## 2017

V 280: Demografischer Wandel im Straßenbetriebsdienst – Analyse der möglichen Auswirkungen und Entwicklung von Lösungsstrategien  
Pollack, Schulz-Ruckriegel € 15,50

V 281: Entwicklung von Maßnahmen gegen Unfallhäufungsstellen – Weiterentwicklung der Verfahren  
Maier, Berger, Kollmus € 17,50

V 282: Aktualisierung des Überholmodells auf Landstraßen  
Lippold, Vettors, Steinert € 19,50

V 283: Bewertungsmodelle für die Verkehrssicherheit von Autobahnen und von Landstraßenknotenpunkten  
Bark, Krähling, Kutschera, Baier, Baier, Klemps-Kohnen, Schuckließ, Maier, Berger € 19,50

V 284: Berücksichtigung des Schwerverkehrs bei der Modellierung des Verkehrsablaufs an planfreien Knotenpunkten  
Geistefeldt, Sievers  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 285: Praxisgerechte Anforderungen an Tausalz  
Kamptner, Thümmeler, Ohmann  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 286: Telematisch gesteuertes Kompaktparken – Grundlagen und Entwicklung  
Kleine, Lehmann € 16,50

V 287: Werkzeuge zur Durchführung des Bestandsaudits und einer erweiterten Streckenkontrolle  
Bark, Kutschera, Resnikow, Follmann, Biederbick € 21,50

V 288: Überholungen von Lang-Lkw - Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf  
Roos, Zimmermann, Köhler  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 289: Verkehrsqualität an verkehrsabhängig gesteuerten und koordinierten Lichtsignalanlagen  
Geistefeldt, Giuliani, Vieten, Dias Pais in Vorbereitung

V 290: Fahrleistungserhebung 2014 – Inländerfahrleistung  
Bäumer, Hautzinger, Pfeiffer, Stock, Lenz, Kuhnimhof, Köhler € 19,00

Fordern Sie auch unser kostenloses Gesamtverzeichnis aller lieferbaren Titel an! Dieses sowie alle Titel der Schriftenreihe können Sie unter der folgenden Adresse bestellen:

Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH  
Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen  
Tel. +(0)421/3 69 03-53 · Fax +(0)421/3 69 03-63

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)