

Intraregionale Unterschiede in der Carsharing-Nachfrage

Eine GIS-basierte empirische Analyse

**Andreas Braun
Volker Hochschild
Andreas Koch**

Institut für Angewandte Wirtschaftsforschung e.V.
Ob dem Himmelreich 1 | 72074 Tübingen | Germany
Tel.: +49 7071 98960 | Fax: +49 7071 989699

ISSN: 1617-5654

IAW-Diskussionspapiere

Das Institut für Angewandte Wirtschaftsforschung (IAW) Tübingen ist ein unabhängiges außeruniversitäres Forschungsinstitut, das am 17. Juli 1957 auf Initiative von Professor Dr. Hans Peter gegründet wurde. Es hat die Aufgabe, Forschungsergebnisse aus dem Gebiet der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften auf Fragen der Wirtschaft anzuwenden. Die Tätigkeit des Instituts konzentriert sich auf empirische Wirtschaftsforschung und Politikberatung.

Dieses IAW-Diskussionspapier können Sie auch von unserer IAW-Homepage als pdf-Datei herunterladen:

<http://www.iaw.edu/Publikationen/IAW-Diskussionspapiere>

ISSN 1617-5654

Weitere Publikationen des IAW:

- IAW-News (erscheinen 4x jährlich)
- IAW-Forschungsberichte

Möchten Sie regelmäßig eine unserer Publikationen erhalten? Dann wenden Sie sich bitte an uns:

IAW e.V. Tübingen, Ob dem Himmelreich 1, 72074 Tübingen,
Telefon 07071 / 98 96-0
Fax 07071 / 98 96-99
E-Mail: iaw@iaw.edu

Aktuelle Informationen finden Sie auch im Internet unter:

<http://www.iaw.edu>

Der Inhalt der Beiträge in den IAW-Diskussionspapieren liegt in alleiniger Verantwortung der Autorinnen und Autoren und stellt nicht notwendigerweise die Meinung des IAW dar.

Intraregionale Unterschiede in der Carsharing-Nachfrage

Eine GIS-basierte empirische Analyse

Andreas Braun*

Universität Stuttgart

Volker Hochschild

Universität Tübingen,
Geographisches Institut

Andreas Koch

Institut für Angewandte
Wirtschaftsforschung (IAW)
und Ökostadt Tübingen e.V.

Zusammenfassung

Das Carsharing hat in den vergangenen Jahren einen großen Bedeutungsgewinn zu verzeichnen. Charakteristisch sind dabei teils große Unterschiede zwischen städtischen und ländlichen Regionen sowie auch zwischen einzelnen Städten. Der vorliegende Beitrag geht der vor allem für Deutschland bislang nicht untersuchten Frage nach, welche Faktoren auf kleinräumiger Ebene die unterschiedliche Nachfrage nach Carsharing-Angeboten beeinflussen. Basierend auf einem Geographischen Informationssystem (GIS) wird ein multiples Regressionsmodell erstellt, das mit Hilfe soziodemographischer und struktureller Merkmale die Nachfrage nach Carsharing erklärt. Anhand umfangreicher empirischer Daten aus der Universitätsstadt Tübingen zeigt die Arbeit, dass vor allem soziale Merkmale der Bevölkerung wichtige Determinanten sind. Insbesondere das Alter und die persönlichen Einstellungen sind hier zu nennen. Andere häufig genannte Faktoren wie die Nutzungsmischung oder die Fahrrad- und Fußgängerfreundlichkeit zeigen sich hingegen als weniger einflussreich.

Schlagerworte: Carsharing, GIS, Regionalentwicklung, Kommune, Mobilität, multiple Regression

JEL-Classification: L91, R12, R41

* Korrespondierender Autor. Universität Stuttgart, Städtebauinstitut, Keplerstr. 11, 70174 Stuttgart. andreas.braun@si.uni-stuttgart.de.

Intra-regional Differences in the Demand for Carsharing

A GIS-based Empirical Analysis

Abstract

Carsharing has been growing significantly throughout the last years. However, the density of regional supply largely differs between urban and rural regions, between cities and also within cities and regions. Particularly the question of intraregional differences in the demand for carsharing is only sporadically researched so far. The present contribution thus addresses the question which factors determine the demand for carsharing on the sub-regional level of urban quarters. Grounded on a geographic information system (GIS) and comprehensive empirical data from the city of Tübingen, Germany, we explain the demand for carsharing taking into account different socio-demographic and structural factors. The paper shows that social characteristics of the population, particularly age and attitudes, are important determinants of the observable regional differences. Factors of a more structural nature, e.g. the diversity of land utilization or an environment favoring bicycles or pedestrians, which have been emphasized in the extant literature, are less influential in our models.

Keywords: Carsharing, GIS, Regional Development, Mobility, Multiple Regression

1 Einleitung

Individuelle Mobilität wird als ein wichtiger Aspekt sozialer Teilhabe gesehen (Gather et al. 2008: 79). Gleichzeitig führt das stetige Verkehrswachstum zu starken Belastungen, insbesondere in den Städten. Umweltverschmutzung, Verkehrsbehinderungen und Unfälle werfen die Frage auf, wie die negativen Folgen des Verkehrs eingedämmt und Mobilität gleichwohl gefördert werden kann. Vor diesem Hintergrund kann Carsharing (CS) für Städte und Gemeinden ein wichtiger Baustein einer nachhaltigen Verkehrsplanung sein (Gather et al. 2008: 232).

Carsharing kann gleichermaßen als Ursache und Folge von Veränderungen im Mobilitäts- und Konsumverhalten gesehen werden, die immer häufiger beobachtet und beschrieben werden. Einerseits wird dabei festgestellt, dass der Trend zum eigenen Auto und zum Führerschein derzeit in vielen Industrieländern langsam zurückgeht, gerade unter jungen Menschen und in städtischen Regionen (vgl. z.B. Institut für Mobilitätsforschung 2011). Andererseits werden auch veränderte Konsummuster beobachtet, die in den Wirtschaftswissenschaften unter dem Begriff der Commons (Ostrom 2011) sowie allgemein unter dem Schlagwort des „Nutzen statt Besitzen“ beschrieben werden. Schließlich müssen in diesem Kontext auch die zunehmende Globalisierung der Wirtschaft, in deren Rahmen sich wiederum Trends schneller über bestehende Grenzen hinweg verbreiten und ubiquitärer werden, sowie die Individualisierung und Pluralisierung der Lebensstile gesehen werden, wie sie beispielsweise Beck (1983) beschreibt.

Carsharing bezeichnet eine organisierte und gemeinschaftliche Nutzung von Kraftfahrzeugen. Die Teilnahme an Carsharing erfolgt üblicherweise über eine Organisation, die eine Flotte von Fahrzeugen sowie ein Netz von Stationen betreibt. In den so genannten stationsbasierten Systemen ist dabei jedes Fahrzeug einer festen Station zugeordnet und der Nutzer kehrt nach der Fahrt wieder dorthin zurück. In den stationslosen oder „Free-Floating“-Systemen kann das Auto an jeder beliebigen Station, mitunter sogar an einem beliebigen Platz innerhalb eines definierten Gebietes, abgegeben werden.

Wichtigster Effekt des Carsharing ist, dass Kunden, die von einem eigenen Auto auf Carsharing umsteigen, seltener Auto fahren als vor ihrem Beitritt (Loose et al. 2006: 366). Beim Carsharing werden durch die Trennung von Autonutzung und Autobesitz aus Fixkosten variable Kosten. Die Nutzer werden dadurch offener für umweltfreundlichere Transportmodi wie Bus, Bahn und Fahrrad (Loose et al. 2006: 365).

In Deutschland entstand die erste Carsharing-Organisation (CSO) bereits 1988 in Berlin (Franke 2001: 15). Mittlerweile verfügen 343 Städte und Gemeinden über ein CS-Angebot.

Ende 2012 nutzten über 450.000 Autofahrer in Deutschland CS-Angebote.¹ Während inzwischen in den meisten deutschen Großstädten sowie in zahlreichen Mittelstädten das Carsharing verbreitet ist, zeigen sich doch zwischen den Städten teils erhebliche Unterschiede. So sind Karlsruhe, Tübingen und Freiburg mit Nutzerdichten von 1,93, 1,05 und 0,65 CS-Autos pro 1.000 Einwohner die führenden deutschen Städte beim stationsbasierten Carsharing in Deutschland (Stand September 2013).²

Große Unterschiede in der Nutzung des Carsharing gibt es nicht nur zwischen städtischen und ländlichen Regionen, sondern auch innerhalb von Stadtgebieten (Stillwater et al. 2009: 27, Lorimier & El-Geneidy 2012: 2). Über die Ursachen der inter- und intraregionalen Unterschiede ist trotz des großen Bedeutungszuwachses des Carsharing bisher vor allem für Deutschland recht wenig bekannt. So weiß man aus der Mobilitäts- und Verkehrsforschung, dass sich das Verkehrsverhalten zwischen verschiedenen Bevölkerungsgruppen (z.B. nach Alter, Bildung oder Einkommen) unterscheidet und dass auch strukturelle Merkmale von Regionen, wie etwa die infrastrukturelle Ausstattung, eine Rolle spielen (vgl. Follmer et al. 2008, Scheiner 2007). Die bestehenden, teils großen inter- und intraregionalen Unterschiede in der Verbreitung und Nutzung des Carsharing können auf der Basis dieser Hypothesen aber derzeit noch nicht zufriedenstellend erklärt werden.

Der vorliegende Beitrag setzt an dieser Stelle an und leistet einen Beitrag zur Erklärung der Frage, warum sich die Nutzungsintensität des Carsharing zwischen verschiedenen Räumen unterscheidet. Dabei wird innerhalb der Stadt Tübingen untersucht, welche Determinanten für die beobachtbaren unterschiedlichen Nutzungsintensitäten in einzelnen Stadtvierteln eine Rolle spielen. Auf der Grundlage umfangreicher Daten sowohl zur CS-Nutzung als auch zu strukturellen und sozioökonomischen Merkmalen einzelner Stadtviertel wird dazu eine multiple Regressionsanalyse durchgeführt.

Der Beitrag gliedert sich wie folgt. Zunächst werden im folgenden Kapitel auf der Basis eines Literaturüberblicks mögliche Determinanten der CS-Nachfrage herausgearbeitet. Kapitel 3 beschreibt die relevanten Merkmale und Akteure der Untersuchungsregion, während im vierten Kapitel die Daten und Methoden der empirischen Untersuchung dargestellt werden. In Kapitel 5 werden die Ergebnisse für zwei alternative Modelle dargestellt und diskutiert. Kapitel 6 fasst die Ergebnisse zusammen und zieht einige Schlussfolgerungen bezüglich der Bewertung der Ergebnisse und ihrer wissenschaftlichen und politischen Implikationen.

¹ http://www.carsharing.de/sites/default/files/uploads/presse/pdf/pm_staedtevergleich_2013.pdf (letzter Zugriff am 03.11.2013).

² www.carsharing.de/images/stories/pdf_dateien/vergleich_cs-staedte_ueber_200000-ew_endversion.pdf (letzter Zugriff am 03.11.2013). Auch unter Einbeziehung des stationsunabhängigen Carsharing (so genanntes Free-Floating), das aber weder in Tübingen noch in Karlsruhe angeboten wird, verändert sich die Rangfolge auf den vorderen Plätzen nicht. Quelle für Tübingen: TeilAuto Tübingen.

2 Carsharing und die Determinanten der Nachfrage

Die Verkehrsforschung hat eine große Zahl von Einflussfaktoren für das Verkehrsverhalten identifiziert. Häufig erfolgt eine Unterteilung der Determinanten in individuelle Handlungsvoraussetzungen (soziodemographische Faktoren) und strukturelle Rahmenbedingungen (Scheiner 2007: 691). Nur wenige Studien zu den räumlichen Nachfragefaktoren von Carsharing betrachten beide Faktorenbündel (vgl. z.B. Celsor & Millard-Ball, 2007, Stillwater, 2009 oder Lorimier & El-Geneidy, 2012). Eine Übertragung dieser Studien aus Nordamerika erscheint aber aufgrund der vielfältigen Unterschiede kritisch. Neben den drei genannten existieren mehrere Studien, die sich ausschließlich mit den Merkmalen tatsächlicher CS-Kunden beschäftigen. Aus den typischen Merkmalen der aktuellen Nutzer lassen sich dann Rückschlüsse auf die räumliche Verteilung der Nachfrage nach Carsharing ziehen (Perner et al. 2000, Koch 2002, Millard-Ball et al. 2005, Loose et al. 2006).

2.1 Strukturelle Einflussfaktoren

Der Einfluss struktureller Einflussfaktoren auf das Mobilitätsverhalten ist ein häufig diskutierter Fall (Maat & Arentze 2012, Scheiner 2007: 293, Gather et al. 2008: 183). Insbesondere die Tatsache, dass Personen ihr Wohnumfeld mehr oder weniger frei wählen können, führt zu Selektionseffekten, die einen direkten Einfluss der strukturellen Faktoren in Frage stellen (Maat & Arentze 2012: 12). Auf der anderen Seite zeigen Längsschnittstudien, dass sich die Verkehrsmittelnutzung nach einem Umzug häufig ändert, auch wenn soziodemographische Veränderungen und Einstellungen kontrolliert werden (Scheiner 2007: 700). Auch Schwanen & Mokhtarian (2005: 83) machen einen unabhängigen Einfluss der physischen Umgebung auf die Verkehrsmittelwahl aus.

Der Erfolg von Carsharing hängt zunächst mit der **Bevölkerungsdichte** zusammen (Koch 2002: 36). Zum einen bedeutet eine hohe Bevölkerungsdichte eine große Zahl potenzieller Nutzer. Zum anderen steigert Dichte ganz generell die Erreichbarkeit von Orten und Einrichtungen des täglichen Bedarfs (Follmer et al. 2008: 36). Ein weiterer Faktor ist das Vorhandensein und die Qualität des **Öffentlichen Verkehrs**, der ebenfalls stark mit der Bevölkerungsdichte korreliert ist (Celsor & Millard-Ball 2007: 3, Follmer et al. 2008: 36) und dessen Bedeutung für das Carsharing in zahlreichen Studien betont wird (vgl. z.B. Maertens 2006, Knie/Canzler 2005, Lichtenberg & Hanel 2007).³ In der Untersuchung von Stillwater (2009: 33) steigt die Nutzungsintensität einer CS-Station durch die Nähe zu einer Stadtbahnhaltestelle.

³ Auch in Tübingen gibt es eine enge Kooperation zwischen dem ÖPNV und dem lokalen CS-Anbieter und viele Menschen nutzen Carsharing als Ergänzung zum öffentlichen Verkehr (vgl. Kapitel 3).

Die **Zentralität** beschreibt die Nähe zum Stadtzentrum und ist relativ leicht zu berechnen. Sie hängt jedoch mit anderen Einflussgrößen zusammen. So ist in der Regel sowohl die Dichte als auch das Serviceniveau des öffentlichen Verkehrs im Zentrum einer Stadt größer als in den Außenbezirken (Koch 2002: 38). Insofern wird erwartet, dass die Nachfrage nach Carsharing mit zunehmender Entfernung zum Zentrum nachlässt.

Lassen sich viele Strecken in einem Gebiet zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurücklegen, sinkt die Notwendigkeit eines Autos. Die **Fahrrad- und Fußgängerfreundlichkeit** ist daher ein weiterer Aspekt. Kompaktere Siedlungsstrukturen, ein dichtes, durchlässiges Wegenetz mit eher geringen Durchschnittsgeschwindigkeiten des motorisierten Individualverkehrs wirken sich positiv aus. Steile Wege und große Höhendifferenzen hingegen machen ein Gebiet weniger geeignet. Weitere in der Literatur verwendete Indikatoren sind die **Kreuzungsdichte** (Celsor & Millard-Ball 2007: 11), sowie die **Straßenbreite** (Stillwater 2009: 33). Eine hohe Kreuzungsdichte verkürzt die Wege und führt damit zu einer erhöhten Zahl an Wegen, die zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt werden. Breite Straßen bilden hingegen Barrieren für den Fuß- und Radverkehr.

Demgegenüber steht die **Autofreundlichkeit**, von der ein negativer Effekt auf die CS-Nachfrage erwartet wird. Insbesondere die **Parksituation** wird von zahlreichen Autoren genannt. Geringe Parkgebühren und ausreichende Parkmöglichkeiten machen den privaten Autobesitz attraktiv. Sind jedoch Parkplätze rar, sind die garantierten Stellplätze der CS-Autos ein Vorteil (Koch 2002: 41, Celsor & Millard-Ball 2007: 4, Meaton & Low 2003: 35). In der Stadtplanung wird ferner in der lokalen **Mischung unterschiedlicher Nutzungen** eine Möglichkeit zur Verminderung des Verkehrszuwachses sowie zur Förderung des Fuß- und Fahrradverkehrs gesehen (Jessen 1995: 391). In Gebieten mit einer Vielzahl an unterschiedlichen Arbeits-, Versorgungs- und Freizeitmöglichkeiten hängt die Mobilität der Bewohner weniger vom Auto ab, da die täglichen Wege zu Fuß oder mit dem Fahrrad erledigt werden können.

2.2 Soziodemographische Faktoren

Neben den beschriebenen strukturellen Merkmalen wird auch Charakteristika der Bevölkerung (und damit der potenziellen Nutzer) ein Einfluss auf die CS-Nachfrage zugeschrieben.

Carsharing ist nicht in allen **Altersklassen** gleich verbreitet. Verschiedene Studien zeigen, dass vor allem Personen mittleren Alters CS-Nutzer sind (Perner et al. 2000: 24, Koch 2002: 17, Millard-Ball et al. 2005: 3-25). In Tübingen hat beispielsweise die Altersklasse der 35- bis 39-Jährigen den höchsten Anteil an CS-Teilnehmern (vgl. Abbildung 2).

Neben dem Alter werden auch **Bildung** und **Einkommen** als relevant betrachtet. Bisherige Erkenntnisse deuten darauf hin, dass CS-Kunden tendenziell über höhere Einkommen (Millard-Ball 2005: 3-6) und in der Regel über höhere Bildungsabschlüsse verfügen als der

Durchschnitt der Bevölkerung (Perner et al. 2000: 26, Millard-Ball et al. 2005: 3-6, Koch 2002: 18).

Weitere Aspekte sind **Haushaltstyp** und **Familienstand**. Der größte Teil der CS-Haushalte in Deutschland sind Single- und Paarhaushalte ohne Kinder, d.h. eher kleinere Haushalte (Koch 2002: 17, Perner et al. 2000: 22). Sowohl die Studie aus Dresden (Perner et al. 2000), als auch eine Befragung in Tübingen (Mayr 2012) zeigen jedoch, dass der Anteil der Alleinlebenden unter den CS-Nutzern kleiner ist als in der Gesamtbevölkerung.

Da der Führerscheinbesitz eine unabdingbare Voraussetzung für die Teilnahme am Carsharing ist, kann angenommen werden, dass in bestimmten Bevölkerungsgruppen, beispielsweise Migranten, schon allein aufgrund des geringeren Anteils der Personen mit Fahrerlaubnis die Teilnahme am Carsharing weniger verbreitet ist (vgl. z.B. Suhl & Welsch 2012). Da die CS-Kundschaft außerdem offensichtlich über höhere Einkommen und Bildung verfügt, kann vermutet werden, dass Viertel mit einem hohen Ausländeranteil eine eher geringe Nachfrage nach Carsharing aufweisen.

Schließlich sind auch **persönliche Einstellungen** Bestimmungsgrößen der individuellen Verkehrsmittelwahl (vgl. Atasoy et al. 2013). Verschiedene Einstellungen wurden in Studien mit Carsharing in Verbindung gebracht: eine eher rationale und funktionelle Sicht auf das Auto, eine positive Sicht auf den öffentlichen Verkehr (Loose et al. 2006: 368) sowie eine erhöhte Sensibilität für Umweltschutzaspekte (Bonsall 2002: 6, Koch 2002: 15).

Studien kommen auch zu dem Ergebnis, dass der **Pkw-Bestand** und **die Pkw-Nutzung** negativ mit der Nutzung von Carsharing korreliert ist (Perner et al. 2000: 35, Stillwater 2009: 32, Celsor & Millard-Ball 2007: 8). Allerdings ist der Autobesitz selbst von vielen Faktoren abhängig, welche auch direkt auf die CS-Nachfrage wirken (Koch 2002: 34, vgl. Bhat & Guo 2006).

Die dargestellten Studien zeigen insgesamt, dass die systematische Erforschung des Carsharing sowie seiner Determinanten und Auswirkungen noch große Potenziale aufweist. Während einige Determinanten vor allem für den nordamerikanischen Raum – recht gut untersucht sind, bestehen für Europa und Deutschland noch recht deutliche Lücken.

Die Untersuchung innerstädtischer Heterogenität bei der Nutzung des Carsharing wurde in bisherigen Studien kaum explizit wissenschaftlich untersucht. Vor allem mit Blick auf die derzeit sehr rasche Ausbreitung des Carsharing in verschiedenen Regionen und auch die beginnende Ausbreitung in den ländlichen Raum lassen aber eine auch nach kleinräumigen Regionsmerkmalen differenzierte Analyse sinnvoll erscheinen, um die Potenziale des Carsharing zukünftig besser bewerten zu können.

3 Untersuchungsgebiet

Die vorliegende Untersuchung wurde in der Universitätsstadt Tübingen durchgeführt, wo das Carsharing verglichen mit anderen Städten oder Regionen eine sehr hohe Bedeutung hat. Tübingen⁴ ist sehr stark durch die Universität geprägt. Von den knapp 90.000 Einwohnern sind etwa ein Drittel Studierende, sodass die Stadt durch einen geringen Altersdurchschnitt ihrer Bewohner und durch ein vergleichsweise hohes Bildungsniveau⁵ auffällt. Hinsichtlich der Wirtschaftsstruktur ist Tübingen mit nur 18,8 % der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe (Baden-Württemberg: 37,8 %) nur in geringem Maße industriegeprägt.

Tübingen hat ein recht akzentuiertes Relief, mit den zentralen Stadtteilen und den meisten industriellen Gewerbestandorten im Tal, aber auch mit einem Teil der Universität, weiten Teilen der Kliniken und vor allem zahlreichen Wohngebieten in den höher gelegenen Bereichen der Stadt. Mit Blick auf Verkehr und Infrastruktur bezeichnet sich Tübingen selbst in manchen Bereichen gerne als Modellstadt, so wurde etwa das Französische Viertel als Modellprojekt einer „Stadt der kurzen Wege“ (vgl. z.B. Beckmann et al., 2011) bundesweit bekannt.

Eine wichtige Tatsache für die vorliegende Untersuchung ist auch, dass Tübingen seit dem Jahr 2006 von einem grünen Oberbürgermeister regiert wird und dass auch aus der letzten Gemeinde- und Ortschaftsratswahl im Jahr 2009 die AL/Grüne mit fast einem Drittel der Stimmen als stärkste Kraft hervorgingen (CDU 19,3 %, SPD 16,5 %, weitere Parteien zusammen 31,2 %).

Die Stadt Tübingen verfügt mit 402 Pkw je 1000 Einwohner über eine im Vergleich zum umliegenden Landkreis und dem Land Baden-Württemberg geringe Motorisierung (Statistisches Landesamt BW 2012). Die starke Stellung der Verkehrsmittel des Verkehrsverbunds (ÖPNV, Fahrrad, Fußgänger) im Binnenverkehr wird auf die kompakten Stadtstrukturen, das dichte ÖPNV-Netz, den hohen Anteil an Studenten, grundsätzliche Aspekte der Einstellung zu Mobilität und Umwelt sowie auch auf die vergleichsweise ungünstigen Bedingungen für den motorisierten Individualverkehr zurückgeführt (Ohm & Thielemann 2008: 8).

Carsharing gibt es Tübingen bereits seit 1993. Die Stadt gehört damit zu den ersten deutschen Städten, in der ein solches Angebot aufgebaut wurde. Im Jahr 1993 gründete sich der Verein Ökostadt Tübingen e.V., der auch heute noch Träger des Betriebs von teilAuto Tübingen ist. Aus dem ehemals rein ehrenamtlich geführten Kleinbetrieb ist heute

⁴ Soweit nicht anders vermerkt, basieren die Daten zur Stadt Tübingen auf Informationen der Stadt Tübingen (vgl. www.tuebingen.de/10.html).

⁵ Laut Statistischem Landesamt Baden-Württemberg verfügten im Jahr 2011 in Tübingen 23,5 % der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten über einen (Fach-)Hochschulabschluss, in Baden-Württemberg sind dies 13,5 % (vgl. www.statistik.baden-wuerttemberg.de).

ein wirtschaftliches Unternehmen mit mehr als 2.300 Nutzern und über 110 Fahrzeugen geworden, mit denen monatlich fast 200.000 km zurückgelegt werden (alle Zahlen für Oktober 2013, weitere Informationen unter www.teilauto-tuebingen.de). Bei teilAuto Tübingen buchte im Jahr 2012 jeder Nutzer im Schnitt 1,54-mal ein Auto pro Monat, und fuhr je Buchung 51 km. Pro Fahrzeug belief sich die Anzahl der Buchungen auf durchschnittlich 33,9 im Monat. Mit jedem Auto wurden im Jahr 2012 etwas mehr als 1.700 km monatlich gefahren.

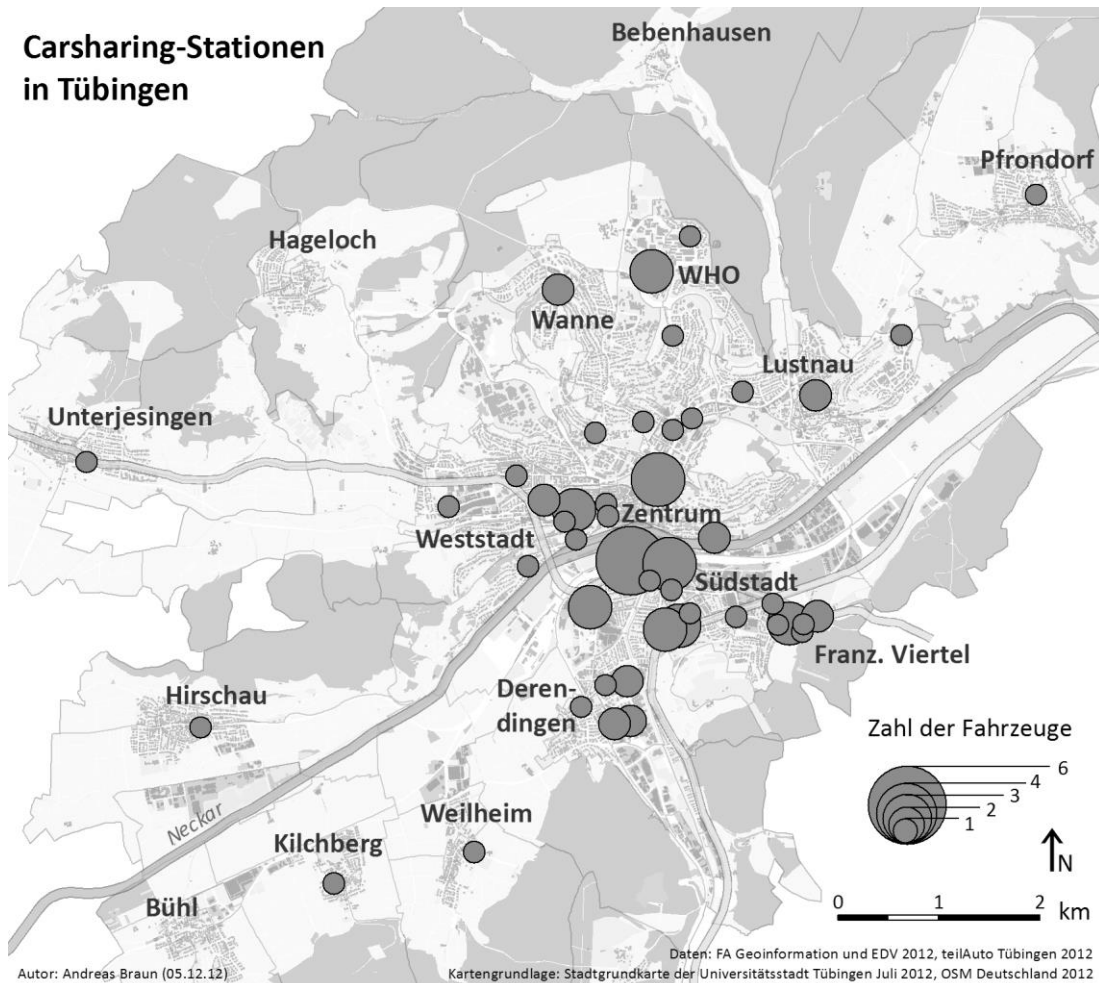


Abbildung 1: Carsharing-Stationen in Tübingen.

Innerhalb der Stadt Tübingen ist teilAuto Tübingen sowohl mit der Stadtverwaltung (die selbst Nutzer und Kooperationspartner ist) sowie inzwischen auch mit zahlreichen Unternehmen, die das Angebot nutzen, eng verbunden. Dennoch handelt es sich bei 90 % der Nutzer um Privatpersonen. Während sich die Geschlechter dieser Nutzerinnen und Nutzer in etwa die Waage halten sind bezüglich der Altersverteilung deutliche Abweichungen zum Durchschnitt der Bevölkerung zu erkennen (vgl. Abbildung 2).

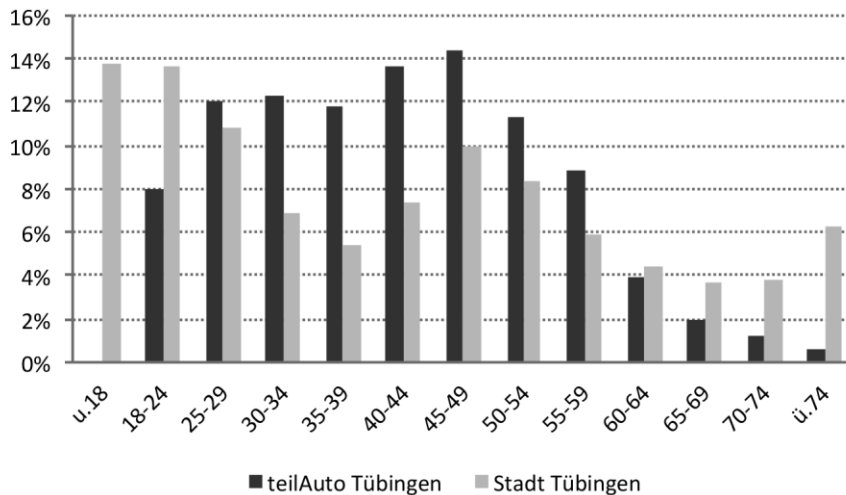


Abbildung 2: Altersverteilung von Einwohnern der Stadt Tübingen und teilAuto-Nutzern im Vergleich. (Daten: teilAuto Tübingen 2012, Statistisches Landesamt BW 2012).

Ob sich die CS-Nutzer in Tübingen auch bezüglich anderer Merkmale von der Gesamtbevölkerung der Stadt unterscheiden, kann nicht mit belastbaren Zahlen belegt werden, da bei teilAuto Daten zu weiteren Merkmalen der Nutzer nicht systematisch erhoben werden. In der Befragung von Mayr (2012) wurden die Haushaltseinkommen in Klassen erfasst, die aber nicht direkt mit anderen statistischen Daten verglichen werden können. Die vorliegenden Informationen aus der genannten Arbeit und Erfahrungswerte der Beschäftigten von teilAuto Tübingen lassen aber vermuten, dass die Nutzerinnen und Nutzer des Carsharing gegenüber der Gesamtbevölkerung der Stadt höher qualifiziert, einkommensstärker und kinderreicher sind.

4 Daten und Methoden

4.1 Verwendete Daten

Die Informationen zur räumlichen Verteilung der CS-Nachfrage stammen von teilAuto Tübingen. Durch Verwenden der primären Nutzungsdaten ist eine hohe Qualität und Aktualität der Daten gewährleistet.

Die Daten zur Soziodemographie wurden von der Stadt Tübingen bereitgestellt. Sie liegen auf Stadtviertelebene vor und lassen sich daher in vielen Fällen fast unverändert für die Analyse verwenden. Ursprung der Daten ist das Einwohnermelderegister mit Stand Ende 2011. Dadurch liegen detaillierte Informationen zu Haushaltstyp, Familienstand und Alter vor. Auch die Daten über Wahlergebnisse und zum Kraftfahrzeugbestand stammen von der Stadtverwaltung. Ein großer Teil der Geodaten (Stadtviertel, Gebäude, Flächennutzung) stammt ebenfalls von der Stadt Tübingen. Die Qualität der Daten hat sich insbesondere in Bezug auf die geometrische Genauigkeit als sehr gut erwiesen.

Die Daten zu den Einrichtungen des öffentlichen Verkehrs und zum Straßennetz sind der OpenStreetMap Deutschland entnommen.⁶ Des Weiteren wird ein digitales Höhenmodell – das ASTER GDEM – verwendet, um den Einfluss der Topographie berücksichtigen zu können.⁷

4.2 Operationalisierung

Zur Operationalisierung der CS-Nachfrage (abhängige Variable) werden auf Grundlage der Daten von teilAuto Tübingen zwei Variablen berechnet:

- Der Anteil der CS-Nutzer bezogen auf die Einwohnerzahl in den Stadtvierteln,
- die im Durchschnitt des letzten Jahres monatlich von den CS-Kunden gebuchte Nutzungsdauer (in Minuten), ebenfalls bezogen auf die Einwohnerzahl in den Stadtvierteln.

Für die Berechnung beider Größen werden jeweils nur private Nutzer einbezogen, da sich die hergeleiteten Thesen auf Privatpersonen beziehen.⁸

Die Operationalisierung der unabhängigen Variablen unterscheidet sich zwischen soziodemographischen und strukturellen Faktoren. Soziodemographische Informationen liegen für 110 Stadtviertel mit Wohnbevölkerung vor.⁹ Dazu gehören Alter, Familienstand, Haushaltstyp und Staatsangehörigkeit. Keine Daten liegen allerdings zu Bildung oder Einkommen vor.

Die Informationen zum Pkw-Besitz wurden von der übergeordneten Stadtteilebene disaggregiert. Dazu wird zunächst der Pkw-Besitz pro 1.000 Einwohner für jeden Stadtteil berechnet und dieser Wert dann für alle Stadtviertel innerhalb eines Stadtteils übernommen.

⁶ www.openstreetmap.org (Zugriff am 19.10.12). OpenStreetMap ist eine nicht proprietäre, editierbare Weltkarte, deren Inhalte aus unterschiedlichen Quellen stammen, häufig von Privatpersonen. Die Daten können gemäß einer freien Lizenz heruntergeladen und genutzt werden. Die Unklarheit der Datenquellen macht es prinzipiell schwer, generelle Aussagen über die Vollständigkeit und Genauigkeit der Daten zu machen. Eine stichprobenartige Überprüfung der Standortinformationen zu den Einrichtungen des öffentlichen Verkehrs ergab jedoch eine relativ hohe und für die genannten Zwecke ausreichende Datenqualität. Das Straßennetz zeigt teilweise Inkonsistenzen bei der Klassifizierung von Straßen, sodass eine Nachbearbeitung der entsprechenden Stellen notwendig ist.

⁷ Das ASTER GDEM beruht auf optischen Fernerkundungsverfahren und kann vom Earth Remote Sensing Data Analysis Center (ERSDAC) unter gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp (Zugriff am 17.11.12) frei heruntergeladen werden. Die vertikale Genauigkeit der ASTER-Daten ist für den vorliegenden Verwendungszweck ausreichend. In der Beschreibung der Daten wird mit einer geschätzten vertikalen Genauigkeit von 20 m gerechnet.

⁸ Die Zahl der gewerblichen Nutzer ist (noch) relativ gering und stellt, etwa aufgrund der Mehrfachnutzung durch verschiedene Personen innerhalb eines Gewerbebetriebes spezielle Anforderungen an die Datenaufbereitung, die im Rahmen der vorliegenden Studie nicht durchgeführt werden konnten.

⁹ Zwei weitere Stadtviertel haben keine Einwohner und werden deshalb von den weiteren Analysen ausgeschlossen.

Tabelle 1: Deskriptive Statistik

Name	Beschreibung	Min.	Max.	Mittel	verm. Einfluss
abhängige Variablen					
Anteil CS-Nutzer	Anteil der privaten CS-Kunden an der Gesamtbevölkerung über 18 Jahren in Prozent	0,00	11,99	1,86	
Buchungsvolumen pro EW	Zahl der im Durchschnitt des letzten Jahres monatlich von den privaten tA-Kunden gebuchten Minuten pro Einwohner über 18 Jahren	0,00	66,63	8,29	
unabhängige Variablen – soziodemographische Faktoren (Auswahl)					
30-44-Jährige	Anteil der 30- bis 44-Jährigen an der Gesamtbevölkerung über 18 Jahre in Prozent	0,00	36,19	22,55	+
Ledige	Anteil der ledigen Personen an der Gesamtbevölkerung in Prozent	37,08	80,37	55,21	+
Verheiratete	Anteil der verheirateten Personen an der Gesamtbevölkerung in Prozent	0,00	51,60	32,27	-
1 Pers. in Haush.	Anteil der 1- Personenhaushalte an allen Haushalten in Prozent	52,77	100,00	72,70	+
Haush. mit Kinder	Anteil der Haushalte mit Kindern an allen Haushalten in Prozent	0,00	28,74	14,17	-
Ausländeranteil	Anteil der Ausländer an der Gesamtbevölkerung in Prozent	2,17	75,41	12,07	-
Pkw-Bestand	Zahl der gemeldeten privaten Pkw pro 1.000 Einwohner	236	534,2	379,3	-
Grüne-Stimmen	Stimmenanteil der Partei „Die Grünen“ bei der Gemeinderatswahl 2009 in Prozent	11,4	53,3	31,6	+
unabhängige Variablen – strukturelle Faktoren					
Bevölkerungsdichte	Durchschnittliche Anzahl der Einwohner pro Hektar (Bevölkerungsdichte)	0,1	165,7	37,7 ¹⁰	+
Entf. ÖV-Halt	Luftlinienentfernung des Siedlungsschwerpunkts zur nächstgelegenen Haltestelle des Öffentlichen Verkehrs (Bus, Zug) in Meter	10	1469	157,5	+
Zahl ÖV-Halte	Zahl der Haltestellen des Öffentlichen Verkehrs (Bus, Zug)	0	15	3,9	+
Entf. Zentrum	Luftlinienentfernung des Siedlungsschwerpunkts zum Zentrum (Neckarbrücke) in Kilometer	0,13	6,131	2,547	-
Kreuzungsdichte	Zahl der Kreuzungen pro Straßenkilometer (Kreuzungsdichte)	0,0	30,9	12,0	+
Höhendifferenz	Höhendifferenz des Siedlungsschwerpunkts zum Zentrum (Neckarbrücke) in Meter	0	133	38	-
Straßenbreite	Durchschnittliche Straßenbreite in Meter	5,29	27,95	12,18	-
Parkraumbewirtsch.	Parkraumbewirtschaftung (1=ja)	0	1	0,40	+
AVF-Flächen	Anteil der Gebäude- und Freiflächen für Industrie- und Gewerbe, für Handel und Dienstleistungen, für öffentliche Zwecke und für Sport-, Freizeit-, und Erholung inklusive Sport- und Freizeitanlagen in Prozent	0,00	76,70	14,63	+

Die Angaben beziehen sich auf alle Stadtviertel mit 30 oder mehr Einwohnern (N= 94).

¹⁰ Dieser Wert weicht von der vom Statistischen Landesamt Baden-Württemberg angegebenen mittleren Bevölkerungsdichte der Stadt Tübingen von 7,82 EW/ha ab, da in unserer Statistik die einzelnen Stadtviertel nicht nach der Einwohnerzahl gewichtet wurden. Viertel in Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte sind viel kleiner als Viertel in den Randgebieten. Außerdem wurden in unseren Berechnungen Viertel mit weniger als 30 Einwohnern, die aber meist flächenmäßig relativ groß sind, ausgeschlossen. Dadurch ist der Durchschnitt größer als bei Betrachtung des Gesamtgebiets.

Als Indikator für die Einstellungen der Bevölkerung gegenüber dem Carsharing wird der Stimmenanteil der Partei AL/Grüne bei der Gemeinde- und Ortschaftsratswahl 2009 verwendet. Dies beinhaltet die Annahme, dass die Wähler die Partei tatsächlich aufgrund dieser expliziten Einstellungen gewählt haben.¹¹

Zwei wichtige strukturelle Faktoren sind Dichte und Zentralität. Als DichtevARIABLE wird die Bevölkerungsdichte (Einwohner pro Hektar) verwendet. Zur Bestimmung der Zentralität wird die horizontale Luftlinienentfernung der Siedlungsschwerpunkte der Viertel zum Stadtzentrum in Kilometern berechnet.

Das Angebotsniveau des öffentlichen Verkehrs (ÖV) wird mit Hilfe der räumlichen Verteilung der Einrichtungen des öffentlichen Verkehrs modelliert. Neben der Zahl der ÖV-Halte in einem Viertel wird dabei auch die Luftlinienentfernung des Siedlungsschwerpunkts eines Viertels zur nächstgelegenen Bushaltestelle oder zum nächstgelegenen Bahnhof berechnet.¹²

Zur Berechnung der Kreuzungsdichte wird die Zahl der Kreuzungen auf die Gesamtlänge der Straßen in einem Viertel bezogen. Zur Behebung von Fehlern, Inkonsistenzen und Unvollständigkeiten in den hierfür genutzten OpenStreetMap-Daten und zur Vorbereitung der Daten für die Analyse wurden diese mit dem Programm ArcGIS bearbeitet und so ein konsistentes Straßennetz generiert.

Die durchschnittliche Straßenbreite in den Stadtvierteln wurde durch Teilen der Straßenbaufläche durch die Gesamtstraßenlänge berechnet.

Ein wichtiger Aspekt der Fahrrad- und Fußgängerfreundlichkeit sind die topographischen Gegebenheiten. Die berechnete Variable bildet die vertikale Entfernung, also den Höhenunterschied zwischen den Siedlungsschwerpunkten und dem Stadtzentrum ab. Die Operationalisierung der Parkplatzsituation erfolgt über eine binäre (Dummy-)Variable, die angibt, ob in einem Viertel Parkraumbewirtschaftung stattfindet oder nicht.

Zur Erfassung der Nutzungsmischung wird eine Variable berechnet, die den Anteil der Flächen für die Daseinsgrundfunktionen Arbeiten, Versorgen und Freizeit an der Gesamtfläche eines Viertels wiedergibt. Dabei wird zwar nicht die Mischung betrachtet, es ist jedoch zu vermuten, dass die Nachfrage nach Carsharing umso höher ist, je größer die Zahl der Möglichkeiten in der näheren Umgebung ist, unabhängig davon, ob die

¹¹ Die entsprechenden Daten liegen für Wahlbezirke vor, deren Grenzen nicht mit den Stadtviertelgrenzen übereinstimmen, sondern diese meist überlagern. Um Werte für Stadtviertel zu erhalten, werden die Prozentwerte der Grünenstimmen anhand der Wohngebäudeflächenanteile, die die unterschiedlichen Wahlbezirke an einem Stadtviertel haben, gewichtet (vgl. Braun 2012: 37f).

¹² Die zur Berechnung der Distanzen notwendige Bestimmung der Siedlungsschwerpunkte erfolgt mit Hilfe der Verteilung der Wohngebäude. Der Siedlungsschwerpunkt eines Viertels entspricht dem geometrischen Schwerpunkt des Polygons, das aus allen Wohngebäuden eines Viertels gebildet wird.

Gesamt Mischung „ausgewogen“ ist, oder nicht. Auch andere Studien verwenden eher quantitative Maßzahlen (Koch 2002: 37f, Stillwater et al. 2009: 30).

4.3 Empirische Strategie

Als räumliche Untersuchungseinheit werden folgenden linearen Regressionsanalyse werden die 115 Stadtviertel der Stadt Tübingen verwendet. Der Regressionsansatz der multiplen Regression ist durch folgende Funktion gegeben:

$$CS = \alpha + \beta_i ST_i + \beta_j SD_j + \varepsilon$$

CS ist die abhängige Variable, wobei hierbei alternativ die Nutzerdichte sowie das Buchungsvolumen, jeweils bezogen auf die Gesamtzahl der Einwohner, verwendet werden. ST_i stellt die strukturellen und SD_j die soziodemographischen Variablen dar, wie sie in Abschnitt 4.2 beschrieben wurden. β ist die jeweilige Konstante und ε der Störterm.

Bei den Regressionen werden Stadtviertel mit weniger als 30 Einwohnern ausgeschlossen. Dadurch wird vermieden, dass sich extreme Ausreißer unter den Merkmalen bilden. Aufgrund der strukturellen Unterschiede wird neben der Regression für die Gesamtstadt zusätzlich eine Regression speziell für die Kernstadt vorgestellt. Die Stadtviertel der Kernstadt sind maximal drei Kilometer vom Stadtzentrum entfernt.

Durch Inspektion einiger Streudiagramme sowie der Residuenstatistik des gerechneten Testmodells lässt sich ein Ausreißer identifizieren. Dabei handelt es sich um das Französische Viertel im Südosten der Stadt, das im Vergleich zum Durchschnitt eine gut sechsmal höhere Zahl an CS-Nutzern hat. Da es sich zusätzlich um ein städtebaulich und soziodemographisch herausstechendes Siedlungsprojekt handelt, wird es ausgeschlossen.

Prinzipiell ist auch das CS-Angebot selbst als ein Einflussfaktor der CS-Nachfrage zu sehen. Die Einbeziehung des Angebots als unabhängige Variable in der Regressionsgleichung ist jedoch nicht möglich, da natürlich auch die Nachfrage auf das Angebot wirkt. Eine Möglichkeit wäre, auch die Stadtviertel mit einem besonders geringen CS-Angebot auszuschließen. Für den Einschluss aller Viertel (mit Mindesteinwohnerzahl) spricht jedoch unter anderem, dass es Carsharing in Tübingen schon längere Zeit gibt und der Verein im gesamten Stadtgebiet gut vernetzt ist. Daher kann man davon ausgehen, dass es überall ein Angebot gibt, wo eine ausreichende Nachfrage vorhanden ist. Diese ist offensichtlich nicht in allen Stadtvierteln gegeben. Verschiedene Testregressionen zeigen, dass sich die Signifikanzen der Koeffizienten durch die Einbeziehung des CS-Angebots generell nur leicht ändern und tendenziell sinken. Damit liegt kein dringender Grund vor, diese Viertel auszuschließen.

Insgesamt wurden 34 unabhängige Variablen getestet. Aufgrund der Ähnlichkeit vieler Variablen und aufgrund der angesprochenen vielfältigen Wechselbeziehungen der Einflussfaktoren im Verkehrsbereich muss der Vermeidung von Multikollinearität Beachtung geschenkt werden. Die Korrelationsmatrix zeigt, dass vor allem zwischen

verschiedenen sozialen Merkmalsbereichen der Viertel starke Zusammenhänge bestehen. So sind die Bereiche Familienstand, Haushaltstyp und Wohndauer hoch korreliert. Desweiteren bestehen auch zwischen dem Anteil der Grünen-Stimmen, der Entfernung zum Zentrum, dem Pkw-Bestand und der Parkraumbewirtschaftung starke Zusammenhänge. Diese Korrelationen sind bei Gesamt- und Kernstadt ähnlich.

Die berechneten Testmodelle zeigen eindeutige Hinweise auf Verletzung der Homoskedastizitätsannahme. Die ungleichmäßige Varianz zeigt sich an den Streudiagrammen der Residuen gegen die geschätzten Werte. Auch die durchgeführten White-Tests lassen auf Heteroskedastizität schließen. In der Folge sind die von SPSS ausgegebenen statistischen Tests (t-Test, F-Test) verzerrt. Da auch keine Anhaltspunkte für einen nicht-linearen Zusammenhang vorliegen, wird auch auf das in diesem Fall häufig durchgeführte Logarithmieren verzichtet. Da keine weiteren Anhaltspunkte über Art und Form der Heteroskedastizität bestehen, entfällt auch die Möglichkeit der Gewichtung der Beobachtung (WLS-Methode). Stattdessen werden in dieser Arbeit robuste Tests durchgeführt, welche die in SPSS implementierten Tests ersetzen.¹³

Die Auswahl der Variablen erfolgt in erster Linie aufgrund sachlogischer Überlegungen und orientiert sich an deren erklärendem Stellenwert. In einem zweiten Schritt erfolgt eine Prüfung der statistischen Relevanz. Sofern sachlogisch begründbar, werden diejenigen Variablen bevorzugt, die am meisten zur Verbesserung der statistischen Erklärungskraft des Modells beitragen. Variablen, für die kein statistischer Einfluss nachgewiesen werden kann, werden aus dem Regressionsmodell ausgeschlossen.

5 Determinanten der Carsharing-Nachfrage in Tübingen

5.1 Modell 1: Gesamtstadt

Da die Ergebnisse für die beiden verwendeten abhängigen Variablen (Nutzerdichte und Buchungsvolumen) sehr ähnlich sind, werden im Weiteren nur die Ergebnisse für die Zahl der Nutzer als abhängige Variable vorgestellt.¹⁴

Tabelle 2 zeigt das Modell für die Gesamtstadt. Darin besitzt der Anteil der Personen zwischen 30 und 44 Jahren einen hoch signifikanten positiven Einfluss. Auch sachlogisch ist dieser nachvollziehbar, da diese Altersklasse einen der höchsten Anteile an den CS-Nutzern hat. Auch der Familienstand hat einen Einfluss auf die Nachfrage. Als besonders einflussreich zeigt sich dabei der Anteil der Ledigen. Die Variable ist mit weiteren sozialen Merkmalen hoch korreliert, welche ebenfalls einen signifikanten Einfluss zeigen. Da hier keine erklärende Rangordnung offensichtlich ist, werden weitere Regressionen berechnet,

¹³ Die Berechnung der von Long & Ervin (2000) empfohlenen Tests („HC3“) in SPSS 20 erfolgt mit Hilfe des von Hayes & Cai (2007: 718ff) entwickelten Makros.

¹⁴ Die Ergebnisse sind bei den Autoren auf Nachfrage erhältlich.

in welche die sozialen Merkmale jeweils für sich aufgenommen werden. Einen negativen Einfluss auf die CS-Nachfrage haben danach der Anteil der Ledigen, der Anteil der 1-Personenhaushalte, sowie der Anteil der 18- bis 24-Jährigen. Ein positives Vorzeichen haben hingegen die Koeffizienten des Anteils der Verheirateten, des Anteils der 3-Personenhaushalte sowie des Anteils der Haushalte mit Kindern.

Tabelle 2: Modell Gesamtstadt.

	Koeff.	Beta	T	Sig.	Toleranz
(Konstante)	2,590		2,97	,004	
30-44-Jährige	0,083	,311	3,80	,000	,871
Entf. Zentrum	-0,425	-,542	-4,80	,000	,547
Bevölkerungsdichte	0,009	,249	2,82	,006	,702
Ledige	-0,036	-,273	-3,16	,002	,570

Abhängige Variable: Anteil der CS-Nutzer

$R^2 = 0,451$

N = 93

F = 13,88

Diese Ergebnisse bestätigen den Eindruck, dass sich der Anteil der Familien, anders als dies Studien aus dem nordamerikanischen Raum gezeigt haben (Millard-Ball et al. 2005, Celsor & Millard-Ball 2007), in der Tendenz positiv auf die Nachfrage auswirkt. Ein Aspekt, der hier möglicherweise eine Rolle spielt, könnte der vergünstigte Monatsbeitrag für Haushalte sein. Drei weitere Aspekte könnten für die Abweichung ursächlich sein. Zum einen wäre es möglich, dass sich die CS-Kundschaft in den USA tatsächlich in ihren soziodemographischen Merkmalen von der in Deutschland unterscheidet, dass also in den USA Singles häufiger CS-Nutzer sind als Familien. Mindestens genau so wahrscheinlich ist jedoch auch eine Überlagerung der sozialen Effekte durch strukturelle Merkmale. So ist zu vermuten, dass im suburbanen Raum der USA, in dem wohl die meisten Familien leben, die Bedingungen für Carsharing ausgesprochen schwierig sind. Zum dritten könnte man die Unterschiede auf die Untersuchungsmethodik zurückführen. So betrachten die genannten Studien die Nachfrage an der CS-Station. Zentrale Stationen mit hoher Nutzung von außerhalb des Stationsumfelds führen dazu, dass Carsharing in diesen Gebieten erfolgreich ist, selbst wenn dort Menschen wohnen, die seltener Carsharing nutzen, wie junge (ledige) Erwachsene.

Bei den hohen Korrelationen des Anteils der Grüne-Stimmen, der Zentralität, dem Pkw-Bestand und der Parkraumbewirtschaftung ist letztere als Folge des hohen Parkdrucks in den zentrumsnahen Vierteln zu sehen. Die hohe negative Korrelation mit der Entfernung zum Zentrum bestätigt auch teilweise die Verzerrung der Variable durch die Parkplatznachfrage von nicht Ansässigen. Die erstellte binäre Parkraumbewirtschaftungs-Variable spiegelt die Parkplatzsituation der Bewohner daher nur eingeschränkt wieder. Aufgrund der unzureichenden Datenbasis konnte jedoch keine Variable erstellt werden, die die Parkplatzsituation in den Vierteln adäquat umsetzt. Die Variable der

Parkraumbewirtschaftung wird eliminiert, ebenso wie die Zahl der Pkw je 1000 Einwohner. Der Pkw-Besitz wurde oben bereits als seinerseits von vielen Faktoren abhängig beschrieben. Komplexer ist es bei den zwei verbleibenden Variablen. Prägt das Wohnumfeld die persönliche Einstellung oder beeinflusst die Einstellung die Wahl des Wohnorts? Diese Frage wurde ebenfalls bereits angesprochen und kann nicht abschließend beantwortet werden. Da zumindest in Tübingen ein Zusammenhang zwischen den beiden Variablen besteht und auch ihre Wirkung im Modell sehr ähnlich ist, ist eine synthetische Betrachtung der Variablen notwendig. Die Entfernung trägt etwas mehr zur Erklärung bei und führt zu etwas höheren Signifikanzen der anderen Variablen, weshalb sie für die Analyse ausgewählt wird. Wie erwartet, wirken sich die Entfernung zum Zentrum negativ und der Anteil der Grüne-Stimmen positiv auf die Nachfrage nach Carsharing aus.

Unter den einbezogenen Variablen erweist sich auch die Bevölkerungsdichte als einflussreich und zwar, wie postuliert, mit positivem Vorzeichen. Wird zusätzlich die Kreuzungsdichte in das Modell aufgenommen sinkt der Toleranzwert auf unter 0,4, sodass Multikollinearität nicht ausgeschlossen werden kann. Die Kreuzungsdichte korreliert in Tübingen stark positiv mit der Bevölkerungsdichte. Daraus lässt sich ableiten, dass die Variable auch positiv mit der Nachfrage nach Carsharing zusammenhängt. Der von Celsor & Millard-Ball (2007) gefundene Effekt wird damit bestätigt. Jedoch wird die Bevölkerungsdichte als der tatsächliche Einflussfaktor angesehen, da mit höherer Bevölkerungsdichte auch eine höhere Dichte der Bebauung und des Verkehrsnetzes einhergeht.

Kein Zusammenhang mit dem Anteil der CS-Nutzer ist in diesem Modell für den Ausländeranteil nachweisbar. Gleiches gilt für die Variablen aus dem Bereich des öffentlichen Verkehrs. Ebenfalls keinen Einfluss haben die Variablen der Nutzungsmischung, der Straßenbreite und des Höhenunterschieds zum Zentrum. Die beiden letztgenannten wurden als Indikatoren der Fußgängerfreundlichkeit aufgenommen, die hier also keinen signifikanten Einfluss zeigt.

5.2 Modell 2: Kernstadt

Tabelle 3 zeigt das Modell der Kernstadt. Der Anteil der 30- bis 44-Jährigen ist auch in diesem Modell eine wichtige Determinante der CS-Nachfrage. Des Weiteren ist der Anteil der 18- bis 24-Jährigen signifikant, ebenso der Anteil der Ledigen und der Verheirateten. Aufgrund gegenseitiger Korrelation kann aber nur jeweils eine dieser drei Variablen aufgenommen werden. Die Richtung des Einflusses entspricht dabei jeweils dem im Modell der Gesamtstadt. Die Merkmale des Haushaltstyps sind in hier im Gegensatz zum Modell der Gesamtstadt nicht signifikant.

Obwohl die Korrelationen zwischen der Zentralität, der Parkraumbewirtschaftung, den Grüne-Stimmen und dem Pkw-Bestand in der Kernstadt etwas kleiner sind als für ganz Tübingen, führt die paarweise Aufnahme in das Modell zu geringen Toleranzwerten unter

0,4. Die Parkraumbewirtschaftung wird aus den bereits oben genannten Gründen ausgeschlossen. Gegen die Verwendung der Zentralität im Modell der Kernstadt spricht, dass dort die Entfernungen zum Zentrum naturgemäß relativ klein sind, wodurch die sachlogisch begründete Erklärungskraft der Zentralität abnimmt. Desweiteren ist die Zentralität auch als Indikator für die Dichte, das ÖV-Serviceniveau und die Nutzungsmischung eingegangen. Nicht zuletzt führt der Anteil der Grüne-Stimmen zu den höchsten Erklärungsanteilen, weshalb er in diesem Modell verwendet wird. Der Anteil der Grünen-Stimmen ist als Indikator für die Einstellungen der Bevölkerung gegenüber dem Auto, dem öffentlichen Verkehr und dem Umweltschutz eingegangen. Diese Einstellungen spielen demnach eine große Rolle für den Erfolg von Carsharing.

Tabelle 3: Modell Kernstadt.

	Koeff.	Beta	T	Sig.	Toleranz
(Konstante)	-7,014		-4,80	,000	
30-44-Jährige	0,124	,485	3,89	,000	,905
Grüne-Stimmen	0,185	,688	6,66	,000	,564
Entf. ÖV-Halt	-0,005	-,235	-2,39	,020	,935
Höhendifferenz	0,009	,235	2,22	,031	,701
Verheiratete	0,037	,235	2,45	,017	,720
Ausländeranteil	-0,073	-,332	-3,36	,001	,805

Abhängige Variable: Anteil der CS-Nutzer

$R^2 = 0,557$

N = 65

F = 12,89

Die Dichte-Variable, die bei der Betrachtung der Gesamtstadt einen deutlichen Einfluss hat, ist in diesem Modell insignifikant. Da in der Kernstadt die Dichte allgemein relativ hoch ist, sprechen diese Resultate für die Vorstellung einer gewissen Mindestdichte, die für den Erfolg von Carsharing notwendig ist, deren Überschreitung aber nur bedingt zu mehr Nachfrage führt.

Dafür hat der Ausländeranteil hier einen signifikanten negativen Einfluss. Damit bestätigt das Ergebnis die theoretische Überlegung zumindest in der Kernstadt. Gleiches gilt für die Entfernung des Siedlungsschwerpunkts zur nächsten Haltestelle des öffentlichen Verkehrs.

Die beiden Variablen zur Modellierung des Versorgungsniveaus des öffentlichen Verkehrs zeigen ein uneinheitliches Bild. Während die Zahl der ÖV-Haltestellen wie im Modell der Gesamtstadt nicht signifikant ist, ist es die Entfernung des Siedlungsschwerpunkts zur nächsten ÖV-Haltestelle durchaus. Dort entspricht die Richtung des Einflusses den theoretischen Überlegungen: Je weiter die Haltestelle entfernt ist, desto geringer ist die CS-Nachfrage. Die Verschiedenheit der Ergebnisse bei Kern- und Gesamtstadt ist schwer zu interpretieren. Daher ist es schwierig, eindeutige Aussagen zum Einfluss des öffentlichen Verkehrs zu machen. Dennoch ist ein Anhaltspunkt für den Einfluss des öffentlichen Verkehrs gegeben.

Als Indikatoren der Fußgängerfreundlichkeit wurden drei Variablen berechnet: die Höhendifferenz zum Zentrum, die Straßenbreite sowie die Kreuzungsdichte. Im Gegensatz zum Modell der Gesamtstadt zeigt der Höhenunterschied zum Zentrum nun einen signifikanten Einfluss. Allerdings entgegen der Theorie mit einem positiven Vorzeichen. Da die Richtung des Einflusses der formulierten Hypothese widerspricht, muss davon ausgegangen werden, dass die Höhendifferenz nicht als Indikator der Fußgänger- und Fahrradfreundlichkeit geeignet ist. Möglicherweise besteht in den höher gelegenen Gebieten eine so gute ÖV-Versorgung, dass trotz schwieriger Bedingungen im Bereich des Fahrrad- und Fußgängerverkehrs auf einen privaten Pkw verzichtet werden kann. Auch eine große Zahl an Versorgungseinrichtungen in diesen Lagen könnte die Pkw-Unabhängigkeit fördern.

Insgesamt kann die vorliegende Studie keinen Zusammenhang zwischen der Fahrrad- und Fußgängerfreundlichkeit und der Nachfrage nach Carsharing feststellen. Die Ergebnisse von Petry et al. (2010: 69f) haben allerdings gezeigt, dass in Tübingen trotz schlechter Infrastruktur relativ viele Bewohner das Fahrrad nutzen. Vermutlich hängt sowohl die Nutzung des Fahrrads als auch des Carsharing im Wesentlichen von anderen Einflussfaktoren ab.

Die Studie kann keinen signifikanten Einfluss des Anteils der Flächen für Arbeiten, Versorgen und Freizeit (AVF) auf die CS-Nachfrage feststellen. Aufgrund verschiedener Aspekte kann eine Relevanz der Nutzungsmischung dennoch nicht ausgeschlossen werden. So erfolgte die Untersuchung für relativ kleine Untersuchungseinheiten, den Stadtvierteln. Dadurch kann der Anteil der genannten Flächen sehr stark schwanken. Zusätzlich ist auch der Gesamtuntersuchungsraum einer Mittelstadt nicht besonders groß, weshalb die Distanzen innerhalb der Stadt relativ leicht zu überbrücken sind. Dies könnte ein Grund sein, weshalb der Anteil der AVF-Flächen innerhalb einzelner Viertel eine geringe Rolle spielt.¹⁵

Die F-Statistik bestätigt die Signifikanz der beiden Modelle Werte auf 0,1%-Niveau. Die Bestimmtheitsmaße (R^2) der Modelle liegen bei 0,45 und 0,56. Damit ist die Erklärungskraft aller Modelle äußerst zufriedenstellend, insbesondere für eine Studie im Verkehrsbereich. Um Multikollinearität auszuschließen, wurden die Korrelationsmatrix sowie die Toleranzwerte der Variablen berechnet. Dadurch konnte eine kritische Verfälschung der Ergebnisse durch Multikollinearität ausgeschlossen werden. Da eine Verletzung der

¹⁵ Ebenfalls problematisch ist, dass die Variable sehr unspezifisch ist. Alle Flächenarten werden trotz großer qualitativer Unterschiede gleich gewichtet. So erhält ein Golfplatz aufgrund der Fläche ein größeres Gewicht als ein Einkaufszentrum, obwohl er sicherlich weniger Verkehr generiert. Eine Differenzierung der Nutzungsarten anhand der verkehrlichen Relevanz stellt jedoch eine komplexe Herausforderung dar. Sofern die entsprechenden Daten vorhanden sind, scheint daher die Arbeitsplatzdichte, wie sie Koch (2002) verwendet, ein geeigneterer Indikator zu sein.

Homoskedastizitäts-Annahme durch die berechneten Modelle wahrscheinlich ist, wurden die Teststatistiken auf Basis einer heteroskedastiekonsistenten Kovarianzmatrix berechnet.

6 Fazit

Die Studie erlaubt Einsichten in die Einflussfaktoren der Nachfrage nach Carsharing und bietet damit die Möglichkeit, Nachfrageschwerpunkte zu bestimmen. Dies ermöglicht ein zielgerichtetes Vorgehen bei Standortplanung und Marketing. Eine Beschränkung des Modells besteht darin, dass die Merkmale eines Gebiets zwar kritische Faktoren für den Erfolg von Carsharing darstellen, diese jedoch bei weitem nicht die einzigen Einflussgrößen sind. Die Absicht der Arbeit ist daher nicht, neue CS-Märkte auszuschließen. Vielmehr soll gezeigt werden, wo mögliche Nachfrageschwerpunkte vorhanden sind. Für CS-Organisationen könnte zudem die Erkenntnis relevant sein, dass zwei unterschiedliche Betrachtungsweisen der CS-Nachfrage existieren. So sollte die räumliche Verteilung der Nachfrage am Wohnort ebenso im Auge behalten werden wie die Nachfrage an den Stationen.

Kommunen könnten das Wissen über Nachfragepotentiale nutzen, um Entscheidungen bezüglich der Förderung von Carsharing oder der Einbeziehung des Carsharing in die lokale Verkehrsplanung zu treffen. Positiv für die Unterstützer von Carsharing ist, dass die Nutzung von Carsharing offensichtlich zu einem nicht unerheblichen Teil eine Sache der Einstellung ist. Dies impliziert die Möglichkeit zur Einflussnahme durch entsprechendes Marketing. Die Chancen für eine weiter wachsende Akzeptanz und Verbreitung des Carsharing im Sinne einer nachhaltigen Verkehrsplanung stehen damit gut.

Aufbauend auf der vorliegenden Arbeit bieten sich weitergehende Forschungsaktivitäten an. So wäre beispielsweise eine Erweiterung des Ansatzes um qualitative Aspekte der CS-Nutzung denkbar. Eine Untersuchung der Unterschiede beim *Wie* der Nutzung könnte sich mit Fahrthäufigkeiten, Fahrtzeiten, Strecken oder Fahrtgründen befassen. Unter Umständen lassen sich dabei einzelne Nutzungsmuster identifizieren. Dazu wäre es zweckmäßig, sich auf die Mikroebene zu begeben, da sich das Nutzungsverhalten auf individueller Ebene vermutlich besser erklären lässt, als auf Stadtviertelebene. Eine Voraussetzung dafür wäre eine umfangreiche Befragung der CS-Kunden. Ebenfalls interessant wäre es, die Nutzung durch geschäftliche Kunden genauer zu analysieren. Hier sind signifikante Unterschiede zu Privatkunden zu erwarten. Interessant ist diese Richtung auch, weil das Geschäft mit institutionellen Kunden, zumindest in Tübingen, an Bedeutung zunimmt.

Danksagung

Die Autoren danken der Stadt Tübingen, insbesondere Frau Schweizer und Herrn Domnik, sowie teilAuto / Ökostadt Tübingen e.V., insbesondere Frau Kurz, für die Bereitstellung der Daten und die freundliche Beratung und Unterstützung bei der Aufbereitung.

Literatur

- Atasoy, B.; Glerum, A.; Bierlaire, M. (2013): Attitudes towards mode choice in Switzerland. In *disP - The Planning Review*, 49(2): 101-117.
- Beck, U. (1983): Jenseits von Klasse und Stand? Soziale Ungleichheiten, gesellschaftliche Individualisierungsprozesse und die Entstehung neuer sozialer Formationen und Identitäten. In *Soziale Welt*, Sonderband 2: 35-47.
- Beckmann, K. J., Gies, J., Thiemann-Linden, J. und Preuß, T. (2011): *Leitkonzept - Stadt und Region der kurzen Wege*. Gutachten im Kontext der Biodiversitätsstrategie. Texte 48/2011, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Bhat, C. R.; Guo, J. Y. (2006): *A Comprehensive Analysis of Built Environment Characteristics on Household Residential Choice and Auto Ownership Levels*. Center for Transportation Research, University of Texas at Austin.
- Bonsall, P. (2002): *Car Share and Car Clubs: Potential Impacts*. Institute for Transport Studies, University of Leeds.
- Braun, A. (2012): *Was bestimmt die Nachfrage nach Carsharing? Eine GIS-basierte Analyse räumlicher Faktoren*. Diplomarbeit am Geographischen Institut, Universität Tübingen.
- Celsor, C.; Millard-Ball, A. (2007): Where does Carsharing Work? Using Geographic Information Systems to Assess Market Potential. In *Transportation Research Record*, 1992: 61-69.
- Follmer, R.; Gruschwitz, D.; Jesske, B.; Quandt, S.; Lenz, B.; Nobis, C.; Köhler, K.; Mehlin, M. (2008): *Mobilität in Deutschland 2008*. Abschlussbericht. infas/DLR, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.
- Franke, S. (2001): *Car-Sharing: vom Ökopjekt zur Dienstleistung*. Edition Sigma, Berlin.
- Gather, M.; Kagermeier, A.; Lanzendorf, M. (2008): *Geographische Mobilitäts- und Verkehrsforschung*. Bornträger, Berlin/Stuttgart.
- Hayes, A.; Cai, L. (2007): Using Heteroskedasticity-Consistent Standard Error Estimators in OLS Regression: an Introduction and Software Implementation. In *Behavior Research Methods*, 39(4): 709-722.

- Institut für Mobilitätsforschung (2011) *Mobilität junger Menschen im Wandel – multimodaler und weiblicher*. Institut für Mobilitätsforschung, München.
- Jessen, J. (1995): Nutzungsmischung im Städtebau – Trends und Gegentrends. In *Informationen zur Raumentwicklung*, 6(7): 391-403.
- Knie, A. ; Canzler, W. (2005): *Die intermodalen Dienste der Bahn: Wirkungen und Potenziale neuer Verkehrsdienstleistungen*. Gemeinsamer Schlussbericht von DB Rent und WZB. Verbundprojekt Intermodi – Sicherung der Anschluss- und Zugangsmobilität durch neue Angebotsbausteine im Rahmen der „Forschungsinitiative Schiene“.
- Koch, H. (2002): *User Need Report*. Abschlussbericht des „Mobility Services for Urban Sustainability“-Projekts. Europäische Kommission/Universität Bremen.
- Lichtenberg, J.; Hanel, F. (2007): Carsharing und ÖPNV: Nutzen für alle? – eine Analyse der Situation in Frankfurt am Main. In *Nahverkehr*, 25(11): 37-41.
- Long, J. S.; Ervin, L. H. (2000): Using Heteroscedasticity Consistent Standard Errors in the Linear Regression Model. In *The American Statistician*, 54(3): 217-224.
- Loose, W.; Mohr, M.; Nobis, C. (2006): Assessment of the Future Development of Car Sharing in Germany and Related Opportunities. In *Transport Reviews*, 26(3): 365-382.
- Lorimier, A. de; El-Geneidy, A. (2012): Understanding the Factors Affecting Vehicle Usage and Availability in Carsharing Networks: A Case Study of Communauto Carsharing System from Montréal, Canada. In *International Journal of Sustainable Transportation*, 7(1): 35-51.
- Maat, K.; Arentze, T. (2012): Feedback Effects in the Relationship between the Built Environment and Travel. In *disP – The Planning Review*, 48(3): 6-15.
- Mayr, T. M. (2012): *Der wahrgenommene Kundenwert im Carsharing*. Diplomarbeit im Fachbereich IV - Betriebswirtschaftslehre, Universität Trier.
- Meaton, J.; Low, C. (2003): Car Club Development: The Role of Local Champions. In *World Transport Policy & Practice*, 9(3): 32-40.
- Millard-Ball, A.; Murray, G.; Schure, J. ter; Fox, C.; Burkhardt, J. (2005): *Car-Sharing: Where and How It Succeeds*. Transportation Research Board, Washington DC.
- Ohm, D.; Thielemann, C. (2008): *Stadtverkehr Tübingen – Haushaltbefragung 2007 zum Mobilitätsverhalten der Tübinger Einwohner – Mobilitätssteckbrief*. Ingenieurbüro für Verkehrsanlagen und -systeme, Dresden/München.
- Ostrom, E. (2011) *Was mehr wird, wenn wir teilen. Vom gesellschaftlichen Wert der Gemeingüter*. Herausgegeben, überarbeitet und übersetzt von Silke Helfrich. München: oekom
- Perner, T.; Schöne, P.; Brosig, H. (2000): *Das Dresdner Modell – Car-Sharing und ÖPNV – Ergebnisse einer Umfrage*. Dresdner Verkehrsbetriebe AG/stadtmobil CarSharing GmbH/Technischen Universität Dresden.

- Scheiner, J. (2007): Verkehrsgeneseforschung. In: Schöller, O.; Canzler, W.; Knie, A. (Hrsg.), *Handbuch Verkehrspolitik*, 687-709. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Schwanen, T.; Mokhtarian, P. (2005): What Affects Commute Mode Choice: Neighborhood Physical Structure or Preferences toward Neighborhoods? In *Journal of Transport Geography*, 13(1): 83-99.
- Stillwater, T.; Mokhtarian, P.; Shaheen, S. (2009): Carsharing and the Built Environment – Geographic Information System-Based Study of One U.S. Operator. In *Transportation Research Record*, 2110(1): 27-34.
- Suhl, K. ; Welsch, J. (2012) *Wie mobil sind Migrantinnen und Migranten im Alltag? Ergebnisse einer empirischen Untersuchung.* ils-trends 2/12. Dortmund: Institut für Landes- und Strukturforschung.

IAW-Diskussionspapiere

Die IAW-Diskussionspapiere erscheinen seit September 2001. Die vollständige Liste der IAW-Diskussionspapiere von 2001 bis 2011 (Nr. 1-77) finden Sie auf der IAW-Internetseite www.iaw.edu/publikationene/iaw-diskussionspapiere.

IAW-Diskussionspapiere seit 2012:

- Nr. 78
The Role of Employees for Post-Entry Firm Growth (Februar 2012)
Andreas Koch / Jochen Späth / Harald Strotmann
- Nr. 79
Nationality Matters: The Geographic Origin of Multinationals and the Productivity of their Foreign Affiliates (Februar 2012)
Christian Arndt / Julia Spies
- Nr. 80
All You Need Is Trade: On the In(ter)dependence of Trade and Asset Holdings in Gravity Equations (März 2012)
Jörn Kleinert / Katja Neugebauer
- Nr. 81
The Tradeoff between Redistribution and Effort: Evidence from the Field and from the Lab (März 2012)
Claudia M. Buch / Christoph Engel
- Nr. 82
Factor Shares and Income Inequality – Empirical Evidence from Germany 2002-2008 (Mai 2012)
Martin Adler / Kai Daniel Schmid
- Nr. 83
Network and Selection in International Migration to Spain (Mai 2012)
Nina Neubecker, Marcel Smolka, Anne Steinbacher
- Nr. 84
Do Better Capitalized Banks Lend Less? Long-Run Panel Evidence from Germany (Mai 2012)
Claudia M. Buch / Esteban Prieto
- Nr. 85
From the Stability Pact to ESM – What next? (Juni 2012)
Claudia M. Buch
- Nr. 86
The Connection between Imported Intermediate Inputs and Exports: Evidence from Chinese Firms (Juni 2012)
Ling Feng / Zhiyuan Li / Deborah L. Swenson
- Nr. 87
EMU and the Renaissance of Sovereign Credit Risk Perception (August 2012)
Kai Daniel Schmid / Michael Schmidt
- Nr. 88
The Impact of Random Help on the Dynamics of Indirect Reciprocity (September 2012)
Charlotte Klempt
- Nr. 89
Specific Measures for Older Employees and Late Career Employment (Oktober 2012)
Bernhard Boockmann / Jan Fries / Christian Göbel
- Nr. 90
The Determinants of Service Imports: The Role of Cost Pressure and Financial Constraints (Oktober 2012)
Elena Biewen / Daniela Harsch / Julia Spies
- Nr. 91
Mindestlohnregelungen im Maler- und Lackiererhandwerk: eine Wirkungsanalyse (Oktober 2012)
Bernhard Boockmann / Michael Neumann / Pia Rattenhuber

IAW-Diskussionspapiere

- Nr. 92
Turning the Switch: An Evaluation of the Minimum Wage in the
German Electrical Trade Using Repeated Natural Experiments
Bernhard Boockmann / Raimund Krumm / Michael Neumann / Pia Rattenhuber (Dezember 2012)
- Nr. 93
Outsourcing Potentials and International Tradability of Jobs
Evidence from German Micro-Level Data
Tobias Brändle / Andreas Koch (Januar 2013)
- Nr. 94
Firm Age and the Demand for Marginal Employment in Germany
Jochen Späth (Februar 2013)
- Nr. 95
Messung von Ausmaß, Intensität und Konzentration des Einkommens- und
Vermögensreichtums in Deutschland
Martin Rosemann / Anita Tiefensee (Juli 2013)
- Nr. 96
Flexible Collective Bargaining Agreements: Still a Moderating Effect on Works Council Behaviour?
Tobias Brändle (Oktober 2013)
- Nr. 97
New Firms and New Forms of Work
Andreas Koch / Daniel Pastuh / Jochen Späth (Oktober 2013)
- Nr. 98
Non-standard Employment, Working Time Arrangements, Establishment Entry and Exit
Jochen Späth (November 2013)
- Nr. 99
Intraregionale Unterschiede in der Carsharing-Nachfrage – Eine GIS-basierte empirische Analyse
Andreas Braun / Volker Hochschild / Andreas Koch (Dezember 2013)