

## Mikrozensus Mobilität und Verkehr

# Bestimmung von Fahrleistungen nach dem Inländer- und dem Territorialprinzip

Wird der Mikrozensus Mobilität und Verkehr für regionale Auswertungen verwendet, wird bisher oft das Verkehrsverhalten der Wohnbevölkerung des betrachteten Gebietes analysiert. Die Verwendung des Routingverfahrens und die im Bereich der Kantone und Agglomerationen verdichtete Stichprobe aus dem Jahr 2010 erlauben erstmalig eine Analyse des Verkehrsverhaltens der gesamten Schweizer Wohnbevölkerung innerhalb des Untersuchungsgebiets selbst. Die beiden Ansätze stehen dabei nicht in Konkurrenz zueinander, sondern ergänzen sich wechselseitig.

Der Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV) ist eine von fünf thematischen Erhebungen, die im Rahmen der neuen Volkszählung Informationen über die schweizerische Wohnbevölkerung sammeln. Ziel des seit 1974 in einem fünfjährigen Rhythmus durchgeführten MZMV ist die Bereitstellung von Kenntnissen über das Verkehrsverhalten

in der Schweiz. Die quantitativen Informationen, etwa über sozio-ökonomische, räumliche und zeitliche Kriterien der Mobilität, dienen als Grundlage für politische Entscheidungen (für Informationen zum MZMV siehe BFS und ARE, 2012). Neben dem Verkehrsverhalten in der gesamten Schweiz wird der MZMV auch für räumlich differenzierte Auswertungen genutzt. Diese sind insbesondere seit 2010 möglich, da in diesem Jahr die Möglichkeit zur Verdichtung der Stichprobe durch Kantone und Agglomerationen angeboten und auch wahrgenommen wurde.

Das Monitoring der Legislaturplanung 2011–2015 des Schweizer Bundesrates enthält das quantifizierbare Ziel, dass der gemeinsame Anteil des Langsamverkehrs und des öffentlichen Verkehrs am Gesamtverkehr der schweizerischen Agglomerationen zumindest nicht sinken soll. Die Einhaltung eines solchen Indikators lässt sich unter anderem durch Informationen aus Bevölkerungsbefragungen überprüfen. In Analysen zum MZMV wurde dazu in der Vergangenheit immer die Wohnbevölkerung der schweizerischen Agglomerationen als Berechnungsbasis verwendet (BFS, 2013a). Das im Zuge des



VON  
**MATTHIAS KOWALD**  
Dipl.-Soz.-Wiss.  
Mitarbeiter Sektion  
Grundlagen  
Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)



VON  
**ETIENNE ROSSET**  
MSc Geographie  
Praktikant Sektion  
Grundlagen  
Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)



VON DR.  
**TIMO OHNMACHT**  
Dr. phil., Dipl. soz. tech.  
Dozent & Projektleiter  
Kompetenzzentrum für  
Mobilität  
Hochschule Luzern



VON  
**ALAIN BRÜGGER**  
MSc. Ing. Raum- und  
Verkehrsplanung  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Mobilitätsakademie

MZMV 2010 eingeführte Routingverfahren erlaubt es nun erstmalig, die Kennzahlen des Verkehrs, etwa die erbrachten Fahr- und Verkehrsleistungen, direkt auf das Untersuchungsgebiet selbst zu beziehen (für Informationen zum Routing siehe Ohnmacht et al., 2012 sowie Ohnmacht und Kowald, erscheint 2014).

Der vorliegende Beitrag möchte diese neue Berech-

nungsmethode vorstellen und vergleicht dazu die Methode und die Ergebnisse der bereits früher möglichen wohnbevölkerungsbasierten Berechnungen (Inländerprinzip) mit der Methode und den Ergebnissen der territorialbasierten Berechnungen (Territorialprinzip). Zur Veranschaulichung werden Auswertungen zur gesamten Fläche der schweizerischen Agglomerationen für den Bereich der PW-Fahrleistungen gezeigt, also Distanzen, die von den befragten Personen im PW als Fahrer zurückgelegt wurden.

### Das Inländerprinzip

Das sogenannte Inländerprinzip basiert auf den Distanzen, die die Bewohner eines bestimmten Gebietes berichtet haben. Im Beispiel der PW-Fahrleistungen der schweizerischen Agglomerationen wird zunächst die durchschnittliche PW-Fahrleistung der Agglomerationsbewohner aus dem MZMV bestimmt. Dazu werden die entsprechenden berichteten Distanzen mit dem jeweiligen Stichprobengewicht multipliziert und anschliessend über alle befragten Personen aufsum-

miert. Die Stichprobengewichtung gewährleistet, dass die Gesamtheit der befragten Personen in der Stichprobe des MZMV die schweizerische Wohnbevölkerung in ausgewählten soziodemografischen Merkmalen repräsentiert (BFS, 2012). Die durchschnittliche Distanz der Agglomerationsbewohner aus dem MZMV muss sodann hochgerechnet werden. Dazu wird sie mit der Wohnbevölkerung der schweizerischen Agglomerationen und der Anzahl Tage eines Kalenderjahres multipliziert. Es ergibt sich die jährliche PW-Fahrleistung, die die Wohnbevölkerung der schweizerischen Agglomerationen zurückgelegt hat. Werden statt PW-Fahrleistungen die verschiedenen Verkehrsmodi betrachtet, kann analog der Modalsplit der Agglomerationsbevölkerung bestimmt werden.

Das Vorgehen des Inländerprinzips ist in Abbildung 2 dargestellt, wobei das gesamte Gebiet der schweizerischen Agglomerationen als grau hinterlegter Kreis illustriert ist. Person 1 gehört zur Agglomerationsbevölkerung und hat am Stichtag alle Etappen innerhalb des Agglomerationsgebietes zurückgelegt. Person 2 gehört ebenfalls zur Agglomerationsbevölkerung, startet die erste Etappe aber ausserhalb des Agglomerationsgebietes, durchquert dann das Territorium

der Agglomerationen, um schliesslich an ein Ziel zu gelangen, das wiederum ausserhalb des Agglomerationsraums liegt. Schliesslich ist auch Person 3 ein Agglomerationsbewohner, legt aber keine Etappe im Agglomerationsgebiet zurück. Bei Berechnungen nach dem Inländerprinzip werden all diese Fahrleistungen berücksichtigt, unabhängig davon, ob die Fahrten innerhalb oder ausserhalb des Agglomerationsgebietes zurückgelegt wurden. Das einzig relevante Selektionskriterium bei der Berechnung ist der Wohnort der befragten Personen. So fliessen die teilweise auf dem Gebiet der Agglomerationen zurückgelegten Distanzen von Person 4 nicht in die Berechnungen ein, da Person 4 nicht zur Bevölkerung der Agglomerationen gehört. Das Inländerprinzip resultiert in den Fahrleistungen, die die Agglomerationsbewohner auf dem gesamten Staatsgebiet der Schweiz erbracht haben. Die Berechnungsmethode ist unabhängig von Informationen zur Routenwahl. Zwar liefern diese wertvolle Zusatzinformationen, beispielsweise über die genutzten Strassentypen, doch sind zur Durchführung der Berechnungen einzig Informationen zu den zurückgelegten Distanzen und den Wohnorten der befragten Personen vorausgesetzt.

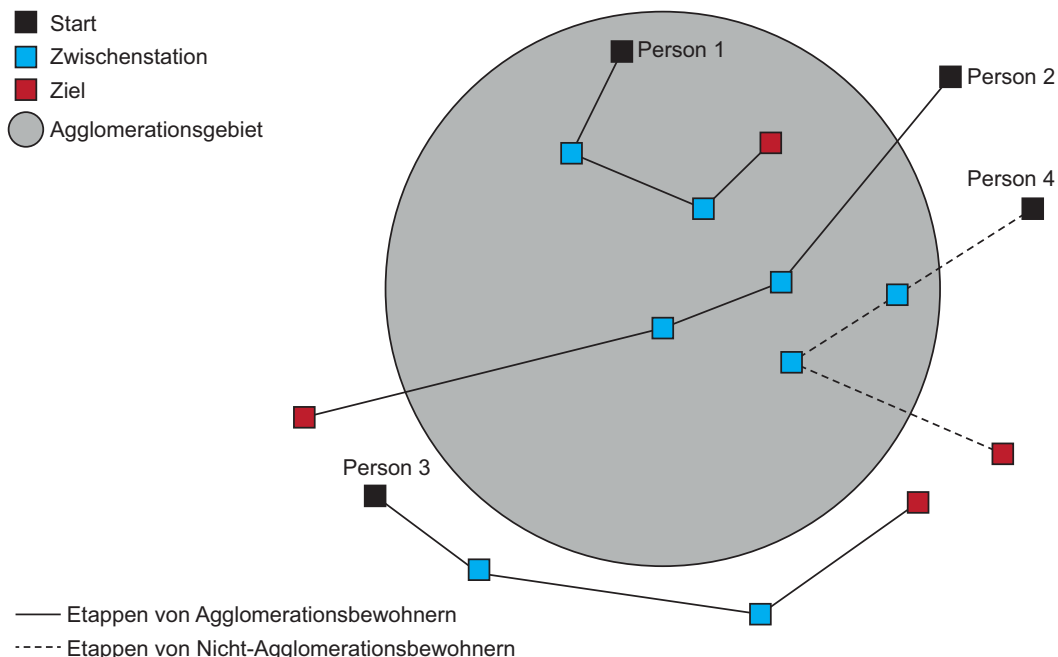
### Formel 1: Das Inländerprinzip

$$\hat{c}_{inl} = N_{P_{inl}} N_j \sum_{p \in S_{P_{inl}}} w'_p c_{p,jp} ; \text{ wobei } w'_p = \frac{w_p}{\sum_{q \in S_{P_{inl}}} w_q}$$

mit:

- $\hat{c}_{inl}$  = Jahresdistanz [km] der Wohnbevölkerung des Untersuchungsgebietes
- $c_{p,jp}$  = Distanz von Person p am Stichtag j in der gesamten Schweiz
- $w_p, w_q$  = Statistisches Gewicht der Personen p und q
- $S_{P_{inl}}$  = Teilstichprobe aller im Untersuchungsgebiet lebender Personen des MZMV
- $N_{P_{inl}}$  = Wohnbevölkerung des Untersuchungsgebietes
- $N_j$  = Anzahl Tage des Kalenderjahres

1 | Die mathematische Notation des Inländerprinzips  
1 | La notation mathématique du principe du pays de résidence .



2 | Illustration des Inländerprinzips.  
2 | Illustration du principe du pays de résidence.

## Das Territorialprinzip

Im Falle der territorial basierten Berechnungsmethode werden Informationen zur Routenwahl zwingend vorausgesetzt. Alle Etappensegmente, die innerhalb des Untersuchungsgebietes zurückgelegt werden, fliessen in die Berechnungen ein. Als Segment wird dabei eine Teilstrecke des digitalen Verkehrsnetzes bezeichnet, auf dem die gerouteten Etappen nachgezeichnet werden. Damit dient nicht mehr die Bevölkerung des Untersuchungsgebietes als Grundlage der Berechnungen, sondern die territoriale Ausdehnung dieses Gebietes selbst. Bisher wurde das Territorialprinzip am Bundesamt für Statistik für die Berechnungen der nationalen Fahr- und Verkehrsleistungen genutzt (BFS, 2013b). Durch die Verdichtung der Stichprobe des MZMV im Bereich einiger Agglomerationen und das verwendete Routingverfahren lässt sich die Methode nun auch auf Teilräume der Schweiz anwenden.

Im Beispiel der PW-Fahrleistungen des Agglomerationsverkehrs wird zunächst das arithmetische Mittel aller relevanten persönlichen Distanzen über die gesamte gewichtete Stichprobe des MZMV berechnet. Die gesamte Stichprobe

wird einbezogen, da für jeden Befragten am Stichtag die theoretische Möglichkeit bestand, einen Teil der berichteten Wege innerhalb einer Agglomeration zurückgelegt zu haben. Der berechnete Mittelwert wird sodann zur Hochrechnung mit der Anzahl der gesamten schweizerischen Wohnbevölkerung und den Tagen des Kalenderjahres multipliziert. Es ergibt sich die PW-Fahrleistung, die die gesamte schweizerische Wohnbevölkerung auf dem Gebiet der Agglomerationen innerhalb eines Jahres zurückgelegt hat. Durch die Ausweitung der Berechnungen auf die Verkehrsmodi lässt sich auch mit dem Territorialprinzip ein Modalsplit berechnen.

Stellt man sich das Gebiet der Schweizer Agglomerationen wieder als kreisförmige Fläche vor, wie in Abbildung 4 illustriert, werden nun alle Etappenstücke, die innerhalb des Agglomerationsperimeters als PW-Fahrer zurückgelegt wurden, in die Berechnungen einbezogen. So basieren die Berechnungen nun auf den Distanzen aller Etappen von Person 1 und den innerhalb des Perimeters liegenden Etappendistanzen von Person 2. Person 3 hat am Stichtag keine Distanzen innerhalb des Agglomerationsgebiets zurückgelegt und fliesst

### Formel 2: Das Territorialprinzip

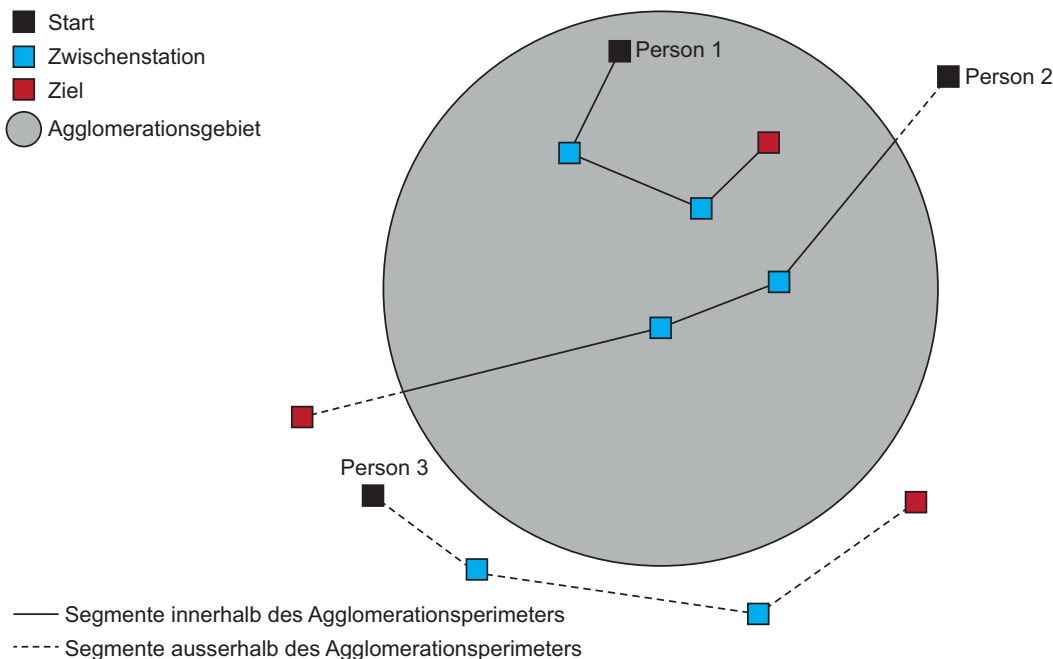
$$\hat{c}_{ter} = N_p N_j \sum_{p \in S_p} w'_p c_{p,j_p}; \quad \text{wobei} \quad w'_p = \frac{w_p}{\sum_{q \in S_p} w_q}$$

mit:

- $\hat{c}_{ter}$  = Jahresdistanz [km] der Schweizer Bevölkerung im Untersuchungsgebiet
- $c_{p,j_p}$  = Distanz von Person p am Stichtag j im Untersuchungsgebiet
- $w_p, w_q$  = Statistisches Gewicht der Personen p und q
- $S_p$  = Gesamte Stichprobe des MZMV
- $N_p$  = Schweizerische Wohnbevölkerung
- $N_j$  = Anzahl Tage des Kalenderjahres

3 | Die mathematische Notation des Territorialprinzips.

3 | La notation mathématique du principe de territorialité.



4 | Illustration des Territorialprinzips.

4 | Illustration du principe de territorialité.

daher mit einem Wert von Null Kilometern in die Berechnung des arithmetischen Mittels ein. Eine Selektion aufgrund soziodemografischer Merkmale der befragten Personen findet im Territorialprinzip nicht statt. Statt dessen wird zur Auswahl der berücksichtigten Distanzen der Perimeter des Untersuchungsraumes genutzt.

Ob ein Etappensegment zum Agglomerationsgebiet zählt oder nicht, hängt von den im digitalen Verkehrsnetz vergebenen Zuweisungen ab. Im Falle grenzquerender Segmente sind diese in einigen Fällen als innerhalb, in anderen Fällen als ausserhalb des Untersuchungsgebiets liegend gekennzeichnet. Somit ist der daraus resultierende Fehler in den berechneten Distanzen normalverteilt und hat einen Erwartungswert von Null. Die Berechnungsergebnisse enthalten dementsprechend keine systematischen Verzerrungen.

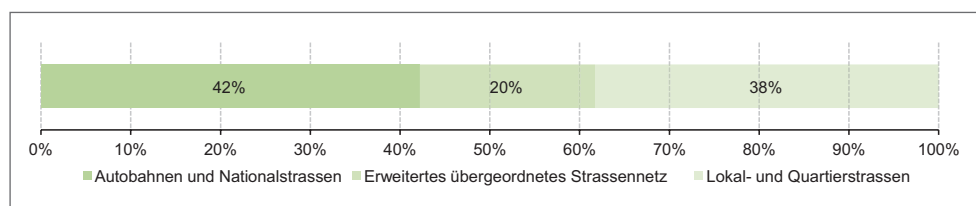
## Welche Analysen erlaubt die jeweilige Berechnungsmethode

Das Potenzial der beiden Berechnungsmethoden lässt sich mit Hilfe beispielhafter deskriptiver Auswertungen zum MZMV 2010 veranschaulichen. Alle im Folgenden präsentierten Ergebnisse beziehen sich auf PW-Fahrerleistungen im Agglomerationsverkehr (für weitere Informationen und Auswertungen siehe Rosset und Kowald, 2013).

Mit der Inländermethode lässt sich bestimmen, dass im Jahr 2010 48 % der jährlichen Fahrleistung der gesamten Schweiz durch die Bewohner der schweizerischen Agglomerationen verursacht wurden. Werden zusätzliche Informationen aus dem Routing hinzugenommen, wird deutlich, auf welchen Strassentypen die Distanzen erbracht wurden (Abbildung 5).

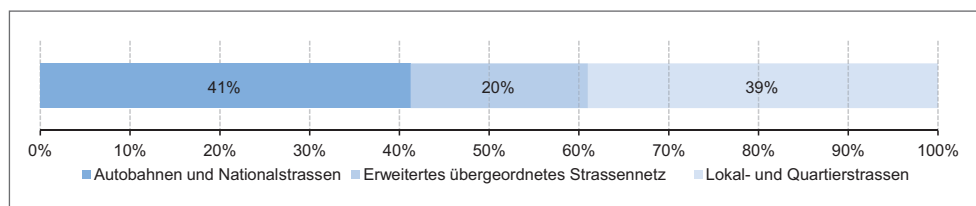
Demgegenüber erlaubt eine territorialbasierte Analyse des Agglomerationsverkehrs die Aussage, dass 28 % der PW-Fahrleistung der schweizerischen Wohnbevölkerung im Jahr 2010 innerhalb der Agglomerationsgebiete erbracht wurde. Diese Fahrleistung ist ebenfalls wieder nach Strassentypen differenzierbar (Abbildung 6).

Zudem erlaubt das Territorialprinzip die Quantifizierung des Transitverkehrs auf dem Gebiet der Agglomerationen. Bei 19 % der in den Agglomerationen erbrachten PW-Fahrleistungen liegen Quelle und Ziel des Weges ausserhalb des Agglomerationsgebietes. Das Agglomerationsterritorium wird durchquert, ohne dass eine Aktivität innerhalb seiner Grenzen stattfindet. Unterscheidet man die Transitleistungen nach Strassentypen, zeigt sich, dass sie zu 71 % auf Autobahnen und sonstigen Nationalstrassen, zu 12 % auf Strassen des erweiterten übergeordneten Strassennetzes und nur zu 17 % auf lokalen Strassen stattfinden (Abbildung 7).



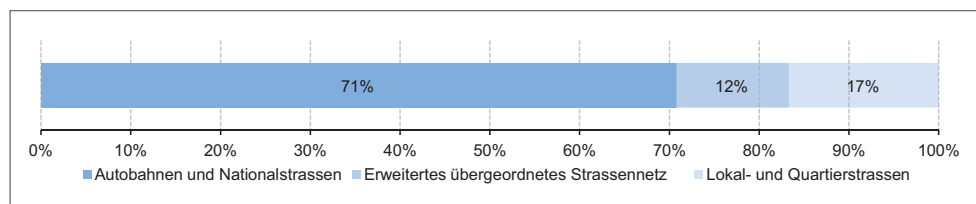
5 | Verteilung der PW-Fahrleistungen der Agglomerationsbewohner auf Strassentypen.

5 | Répartition des kilomètres parcourus par les voitures de tourisme des habitants de l'agglomération entre les types de routes.



6 | Verteilung der in den Agglomerationen erbrachten PW-Fahrleistung auf Strassentypen.

6 | Répartition des kilomètres parcourus par les voitures de tourisme dans les agglomérations entre les types de routes.

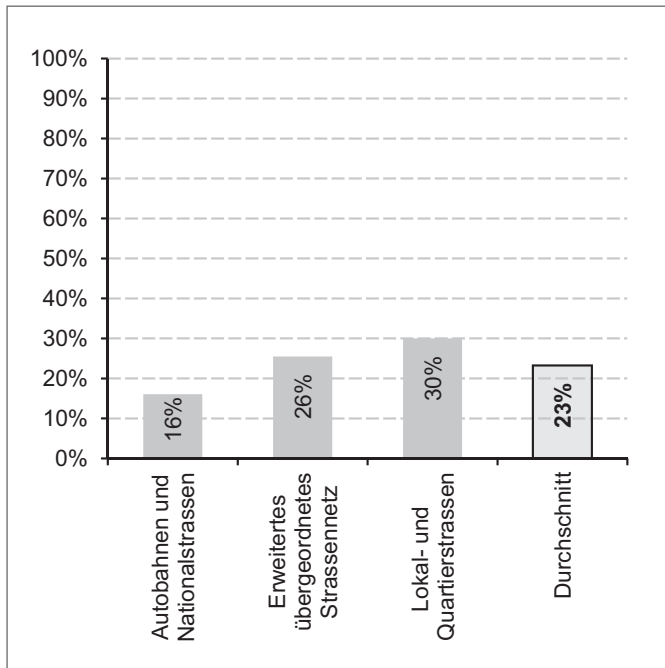


7 | Verteilung des Transitverkehrs in Agglomerationen auf Strassentypen.

7 | Répartition du trafic de transit dans les agglomérations entre les types de routes.

Jusqu'ici, lorsqu'on utilise le microrecensement mobilité et transports pour effectuer des évaluations régionales, on analyse souvent le comportement des usagers de la route parmi la population résidant dans la zone considérée. Pour la première fois, l'utilisation du procédé de routage associé aux données agrégées

de 2010 dans le domaine des cantons et des agglomérations permet une analyse du comportement dans le trafic de toute la population résidant en Suisse dans la région examinée proprement dite. En l'occurrence, les deux approches ne sont pas en concurrence, mais elles se complètent mutuellement.



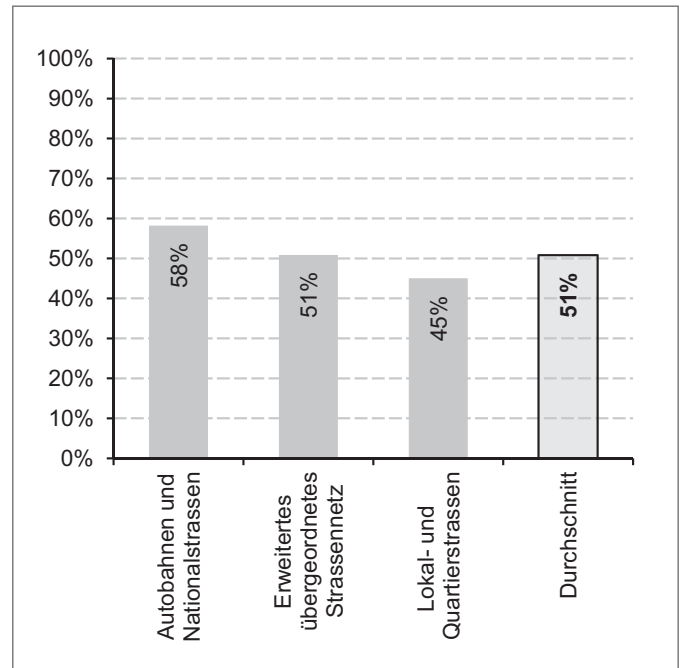
8 | Anteil der PW-Fahrleistungen der Agglomerationsbewohner am Verkehr der Heimatagglomeration.

8 | Part des kilomètres parcourus par les voitures de tourisme des habitants de l'agglomération dans le trafic de l'agglomération.

### Relation zwischen den beiden Berechnungsmethoden:

Weitere interessante Verkehrskennzahlen können aus der Kombination der beiden Berechnungsmethoden abgeleitet werden. So zeigt sich beispielsweise, dass die Bewohner der schweizerischen Agglomerationen durchschnittlich 23 % ihrer PW-Fahrleistungen innerhalb ihrer Heimatagglomeration erbringen. Dabei legen sie 30 % ihrer PW-Fahrleistungen innerhalb der jeweiligen Heimatagglomeration auf Lokal- und Quartierstrassen, aber nur 16 % auf Autobahnen und Nationalstrassen zurück (Abbildung 8).

Andersherum werden durchschnittlich 51 % der PW-Fahrleistungen innerhalb einer schweizerischen Agglomeration durch Personen erbracht, die nicht in dieser Agglomeration beheimatet sind, wobei der Transitverkehr in dieser Rechnung



9 | Anteil des Agglomerationsverkehrs, der durch einreisende Personen geleistet wird (ohne Transitverkehr).

9 | Part du trafic de l'agglomération due aux personnes entrant dans l'agglomération (hors trafic de transit).

nicht berücksichtigt ist. Bevorzugt nutzen die Einpendler dabei das Autobahn- und Nationalstrassennetz (Abbildung 9).

### Fazit

Nutzt man den MZMV für lokale Auswertungen, ermöglicht das Inländerprinzip Aussagen zum Verkehrsverhalten der Bewohner des betrachteten Gebietes auf dem gesamten Schweizer Staatsterritorium. Das Territorialprinzip dagegen nutzt die räumliche Abgrenzung des Untersuchungsgebietes selbst und erlaubt Aussagen zum Verkehrsverhalten der gesamten Schweizer Wohnbevölkerung innerhalb dieses Untersuchungsgebietes. Da damit in der einen Methode das Verkehrsverhalten der Wohnbevölkerung eines Gebietes in der ganzen Schweiz, in der anderen das Verkehrsverhalten der

Schweizer Wohnbevölkerung innerhalb eines Territoriums betrachtet wird, stehen die beiden Methoden nicht in Konkurrenz zueinander. Vielmehr ergänzen sie sich und erlauben in Kombination die Berechnung weiterer Kennzahlen des Verkehrs. Welche Berechnungsmethode angewendet wird, hängt von der konkreten Fragestellung ab.

Während das Inländerprinzip bereits seit längerem Verwendung findet, um den Verkehr der schweizerischen Agglomerationen zu messen, ist die Anwendung des Territorialprinzips auf Teilräume der Schweiz neu und erst seit dem MZMV 2010 möglich. Da es den Verkehr auf dem Territorium der Agglomerationen direkt in die Analyse einbezieht, scheint seine Nutzung beispielsweise im Bereich der Bewertung der Agglomerationsprogramme durchaus vielversprechend zu sein. Doch müssen die Analysen weiter vorangetrieben werden, um schlussendlich beispielsweise einen territorial definierten Modalsplit berechnen zu können.

Schliesslich sei darauf verwiesen, dass die Anwendung des Territorialprinzips auf Schweizer Teilräume an die Erhebung von Routinginformationen und eine ausreichend grosse Stichprobe gebunden ist. Für den anstehenden MZMV 2015 wurde bereits beschlossen, das Routingverfahren erneut anzuwenden. Zudem wird wieder eine Verdichtung der Stichprobe auf der Ebene der Kantone und Agglomerationen angeboten. Eine breite Teilnahme wäre wünschenswert und würde die Bestimmung exakter territorialbasierter Zahlen zum Agglomerationsverkehr erlauben.

## Literatur

Bundesamt für Statistik (BFS) (2012) Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010. Technischer Bericht: Stichprobenplan, Antwortquote und Gewichtung, [www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/lexikon/lex/0.Document.165671.pdf](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/lexikon/lex/0.Document.165671.pdf), zugegriffen am 30.07.2013.

Bundesamt für Statistik (BFS) (2013a) Monitoring der Legislaturplanung – Indikatoren. Ziel 23 Raumplanung – Modalsplit im Agglomerationsverkehr, [www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/00/10/blank/ind30.indicator.30100002.53.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/00/10/blank/ind30.indicator.30100002.53.html), zugegriffen am 30.07.2013.

Bundesamt für Statistik (BFS) (2013b) Leistungen des privaten Personenverkehrs auf der Strasse. Methodenbericht 2012, Zeitreihe bis 2011, [www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen\\_\\_quellen/blank/blank/svps/02.Document.165700.pdf](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen__quellen/blank/blank/svps/02.Document.165700.pdf), zugegriffen am 30.07.2013.

Bundesamt für Statistik und Bundesamt (BFS) für Raumentwicklung (ARE) (2012) Mobilität in der Schweiz. Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010, [www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/22/publ.Document.155067.pdf](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/22/publ.Document.155067.pdf), zugegriffen am 30.07.2013.

Ohnmacht, T., K. Rebmann und A. Brügger (2012) Swiss Microcensus on Mobility and Transport 2010: Introduction of the routing-tool and adjusting estimated distances in previous Swiss Microcensuses on Mobility and Transport, Konferenzbeitrag zur Swiss Transport Research Conference (STRC), Ascona.

Ohnmacht, T. und M. Kowald (erscheint 2014) Real-time route-recording on high resolution transportation network databases for national transport surveys in a CATI-framework: An option for valid and reliable distance measures?, Konferenzbeitrag zum Transportation Research Board (TRB), Washington D.C.

Rosset, E. und M. Kowald (2013) Residential and territorial based analyses of mobility behaviour in Swiss agglomerations, Konferenzbeitrag zur Swiss Transport Research Conference (STRC), Ascona.