Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Raumentwicklung ARE
Office fédéral du développement territorial ARE
Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE
Uffizi federal da svilup dal territori ARE

b a s e s

Nationales Personenverkehrsmodell des UVEK (NPVM)

Fahr- und Verkehrsleistungen des motorisierten Individualverkehrs 2005/2008: Methodenbericht und räumliche Auswertungen

Impressum

Herausgeber
Bundesamt für Raumentwicklung ARE

Autoren
Dr. Timo Ohnmacht
Dr. Helmut Honermann

Zitierweise
Bundesamt für Raumentwicklung (2012), Nationales Personenverkehrsmodell des UVEK (NPVM), Fahr- und Verkehrsleistungen des privaten Strassenverkehrs 2005/2008: Methodenbericht und räumliche Auswertungen, Bern

Begleitung und Beratung
Kurt Infanger, ARE
Roger Evéquoz, BFS
Kathrin Rebmann, BFS

Bezugsquelle
www.are.admin.ch
02.2012

Inhaltsverzeichnis

KURZFASSUNG VI
L'ESSENTIEL EN BREF X

1. Einführung 1

1.1. Ausgangslage 1

1.2. Zielsetzung 1

1.3. Aufbau des Berichtes 2

2. Nationales Personenverkehrsmodell NPVM 3

2.1. Grundlagen zum NPVM 3

2.2. Zonen- und Netzmodell 3

2.3. Auswertemöglichkeiten und Detaillierungsgrad 6

2.3.1. Modell- und Belastungszustände 6

2.3.2. Verkehrsarten 7

2.3.3. Fahrtzweck 7

2.3.4. Strassenkategorien 8

2.3.5. Teilräume 8

3. Berechnung der Fahr- und Verkehrsleistungen mit dem NPVM 9

3.1. Berechnungsschritte 9

3.2. Netzbelastungen (interzonaler Verkehr) 10

3.3. Zonenbinnenverkehr (intrazonaler Verkehr) 11

3.3.1. Vorgehen 11

3.3.2. Zonenbinnenverkehr in der Schweiz 13

3.3.3. Zonenbinnenverkehr je Gemeinde 14

3.4. Anbindungen 15

3.4.1. Vorgehen 16

3.4.2. Ergebnisse 16

4. Fahr- und Verkehrsleistungen des motorisierten Individualverkehrs in der Schweiz 17

5. Datenvergleich zur Plausibilisierung 18

5.1. Methodik 18

5.2. Vergleich Nationalstrassennetz 18

5.3. Vergleich zwischen amtlicher Statistik und NPVM für den MIV 19

5.4. Vergleich zwischen amtlicher Statistik und NPVM für den ÖV 21

6. Räumliche Auswertungen 22

6.1. Fahr- und Verkehrsleistungen MIV 2005 des NPVM 22

6.2. Fahr- und Verkehrsleistungen MIV 2008 des NPVM 23

6.2.1. Fahr- und Verkehrsleistungen MIV 2008 nach Verkehrsarten und Strassenkategorien 23

6.2.2. Fahr- und Verkehrsleistungen 2008 nach Innerorts- und Ausserortsanteilen 24

6.2.3. Fahr- und Verkehrsleistungen 2008 in den 5 grössten Agglomerationen 24

7. Schlussbemerkungen und Empfehlungen 26

Literatur 27

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Auswertemöglichkeiten von Modell- und Belastungszuständen 7
Tabelle 2 Inter- und intrazonaler Verkehr im MIV[1] des MZ 05 13
Tabelle 3 Zonenbinnenverkehr in der Schweiz für 2005 und 2008 für MIV 14
Tabelle 4 Anteil Zonenbinnenverkehr am Gesamtwert der amtlichen Verkehrsstatistik 14
Tabelle 5 Mittlere Tagesdistanz differenziert nach Raumtypen 15
Tabelle 6 Fahr- und Verkehrsleistung der Anbindungen für die Schweiz (MIV) 16
Tabelle 7 Besetzungsgrade für die Berechnung der Verkehrsleistung 17
Tabelle 8 Fahr- und Verkehrsleistung für die Schweiz im NPVM 17
Tabelle 9 Vergleich Fahrleistungen NPVM und ASTRA (2008 in Mrd. Fzkm) 18
Tabelle 10 Kalibrationsergebnisse DTV-Zustand (2005 und 2008) 19
Tabelle 11 MIV: Vergleich Fahrleistungen 2005 NPVM und Verkehrsstatistik (in Mio. Fzkm) 19
Tabelle 12 MIV: Vergleich Fahrleistungen 2008 NPVM und Verkehrsstatistik (in Mio. Fzkm) 19
Tabelle 13 MIV: Vergleich Verkehrsleistungen 2005 NPVM und Verkehrsstatistik (in Mio. Pkm) 19
Tabelle 14 MIV: Vergleich Verkehrsleistungen 2008 NPVM und Verkehrsstatistik (in Mio. Pkm) 20
Tabelle 15 ÖV: Vergleich Verkehrsleistung 2008 NPVM und Verkehrsstatistik (in Mio. Pkm) 21
Tabelle 16 MIV in Mio. Fzkm (2005) 22
Tabelle 17 MIV in Mio. Pkm (2005) 23
Tabelle 18 MIV in Mio. Fzkm (2008) 23
Tabelle 19 MIV in Mio. Pkm (2008) 24
Tabelle 20 Inner- und Ausserortsanteile bei Netzlängen und Fahrzeugkilometern (2008) 24
Tabelle 21 Netzlänge in Kilometer der 5 grössten Agglomerationen im NPVM (2008) 24
Tabelle 22 MIV in Mio. Fzkm für die 5 grössten Agglomerationen (2008) 25
Tabelle 23 MIV in Mio. Pkm für die 5 grössten Agglomerationen (2008) 25

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Schematische Darstellung eines Zonen- und Netzmodells 4
Abbildung 2 Beispiel einer Netzbelastung 5
Abbildung 3 Fehlende Netzbelastung zwischen Stadtquartieren (Beispiel Verdichtungsregion Zürich) 6
Abbildung 4 Arbeitsschritte am Beispiel MIV 9
Abbildung 5 Netzbelastung 2008 des interzonalen Verkehrs 11
Abbildung 6 Vergleich Fahrleistung amtliche Verkehrsstatistik und NPVM (2005, 2008) 21

Kurzfassung

Ausgangslage und Zielsetzung des Berichtes

Für die Schweiz erstellt das Bundesamt für Statistik BFS die amtliche Statistik zu den Fahr- und Verkehrsleistungen. Räumlich differenzierbare Fahr- und Verkehrsleistungen des in- und ausländischen motorisierten Individualverkehrs (MIV) auf dem schweizerischen Strassennetz werden zudem durch das Bundesamt für Raumentwicklung ARE mit Hilfe des bimodalen nationalen Personenverkehrsmodell des UVEK (NPVM) für den motorisierten Individualverkehr (MIV) berechnet. Der zusätzliche Nutzen liegt darin, den schweizerischen Gesamtwert der Fahr- und Verkehrsleistungen nach Verkehrsarten, Fahrtzwecken, Strassenkategorien, Teilräumen (Agglomerationen, Kantone usw.) und Innerorts- und Ausserortsanteilen zu unterteilen. Darüber hinaus sind Kombinationen der genannten Differenzierungsebenen möglich.

Der vorliegende Bericht hat das Ziel, die Methodik zur Berechnung der differenzierten Fahr- und Verkehrsleistungen des privaten Strassenverkehrs (Personenwagen und Motorräder) anhand des NPVM zu dokumentieren. Darüber hinaus werden räumlich differenzierte Ergebnisse zu den Fahr- und Verkehrsleistungen des Strassenverkehrs für die Jahre 2005 und 2008 vorgestellt. Um die Qualität zu überprüfen, werden zudem Vergleiche der Modellergebnisse mit der amtlichen Verkehrsstatistik des BFS durchgeführt.

Ausgewählte Ergebnisse

- Die Ergebnisse zeigen, dass die mittels der aufgezeigten Methode berechneten Fahr- und Verkehrsleistungen des NPVM mit der amtlichen Verkehrsstatistik zufriedenstellend übereinstimmen. Dies gilt auch für die Fahr- und Verkehrsleistungen auf dem Nationalstrassennetz des NPVM, die mit den Ergebnissen des Bundesamtes für Strassen ASTRA verglichen wurden.

- Die Fahrleistung des MIV wird 2008 zu 39 Prozent auf den Hochleistungsstrassen erbracht. 94 Prozent der gesamten Fahrleistung in der Schweiz erfolgt durch die Schweizerische Wohnbevölkerung.

- Ein Drittel der MIV-Fahrleistungen werden auf Innerortsstrassen erbracht.

- Allein 15 Prozent der Fahrleistung im Jahre 2008 entsteht in der Agglomeration Zürich. Rund 37 Prozent dieser Fahrleistung entsteht auf Zürichs Hochleistungsstrassen.

Weiteres Vorgehen und Empfehlungen

Aufgrund der gut übereinstimmenden Ergebnisse zwischen NPVM, amtlicher Verkehrsstatistik und den Berechnungen des Bundesamt für Strassen ASTRA wird Folgendes empfohlen:

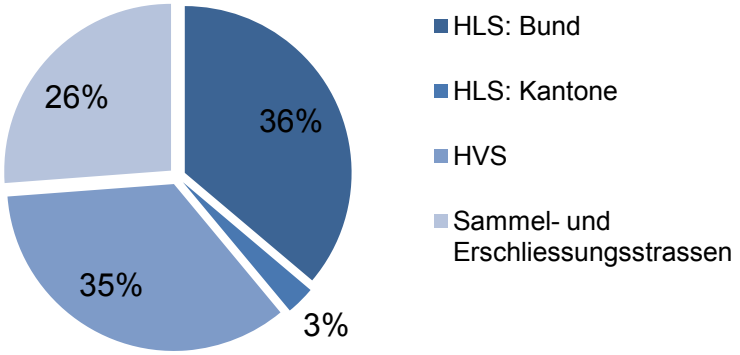
- Das Gesamttotal der amtlichen Verkehrsstatistik für die Schweiz soll anhand von Teilraumanalysen aus dem NPVM differenziert werden. Anwendungsbereiche für die Teilraumanalysen sind beispielsweise Emissionsberechnungen, differenziert nach Strassenkategorien und Verkehrsarten oder Lärmberechnungen nach Inner- und Ausserortsanteilen auf dem übergeordneten Strassennetz.

- Ein weiterer Vorteil des NPVM liegt darin, dass Berechnungen zu den Fahr- und Verkehrsleistungen ebenfalls für einen Prognosezustand (derzeit 2030) durchgeführt werden können.

Synthese der Ergebnisse

Auf den Hochleistungsstrassen (HLS) und den Hauptverkehrsstrassen (HVS) entsteht in der Schweiz am meisten Verkehr.

Fahrleistungen im motorisierten Individualverkehr (MIV), differenziert nach Strassenkategorien (2008)

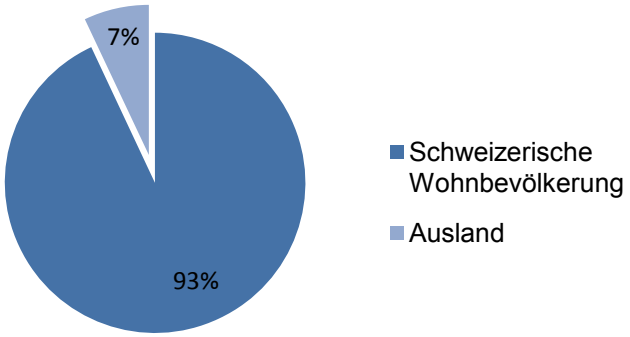


100 % = 51 Mrd. Fahrzeugkilometer (NPVM)

Im Jahr 2008 wird eine MIV-Fahrleistung von rund 51 Mrd. Fahrzeugkilometer auf dem Schweizerischen Strassennetz erbracht. Davon gehen 20. Mrd. der gefahrenen Fahrzeugkilometer (39 %) über die Autobahnen und Autostrassen der Hochleistungsstrassen. Die Hauptverkehrsstrassen haben einen Anteil von 35 % und die Sammel- und Erschliessungsstrassen liegen bei 26 %.

Der Verkehr in der Schweiz ist zum grössten Teil „hausgemacht".

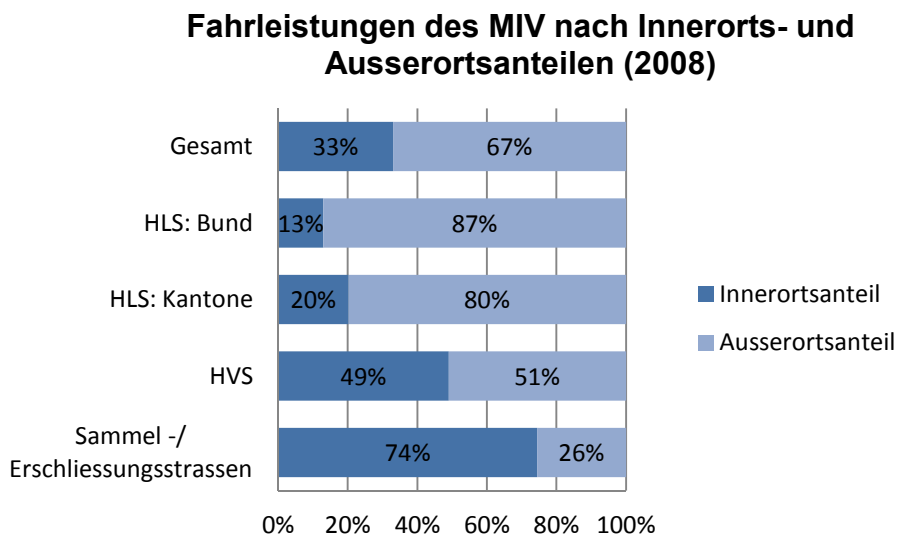
Anteile der Fahrleistungen des MIV nach Herkunft des Verkehrs (2008)



100 % = 51 Mrd. Fahrzeugkilometer (NPVM)

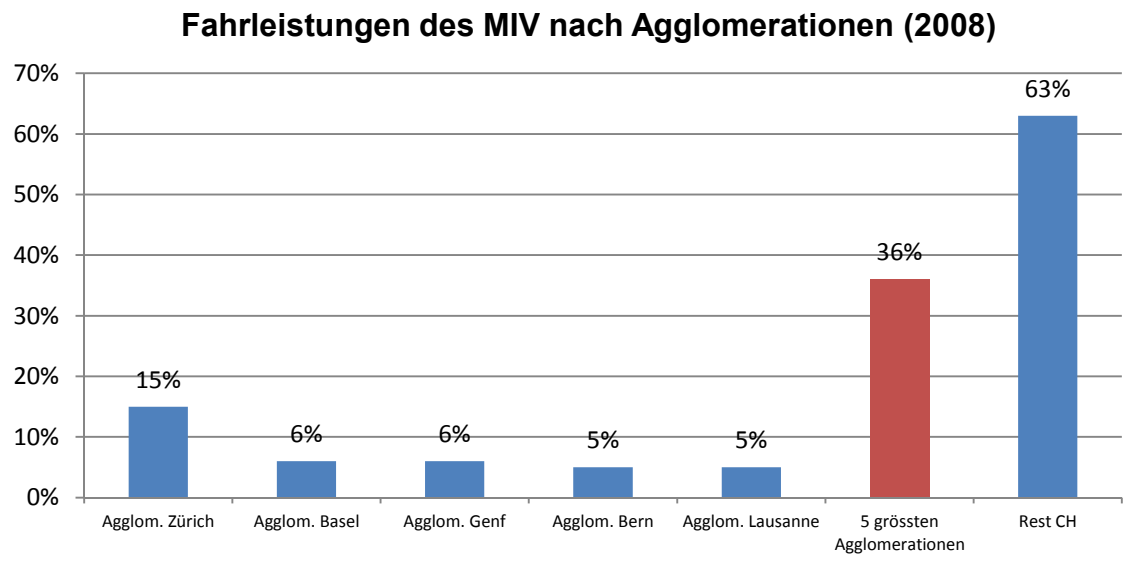
Die Anteile der MIV-Fahrleistungen können nach Schweizerischer Wohnbevölkerung und ausländischen Erzeugern (Ausland) untergliedert werden. Rund 93 % der Fahrleistungen entfallen auf die Schweizerische Wohnbevölkerung.

Ein Drittel der MIV-Fahrleistungen in der Schweiz treten innerhalb von Siedlungen auf.



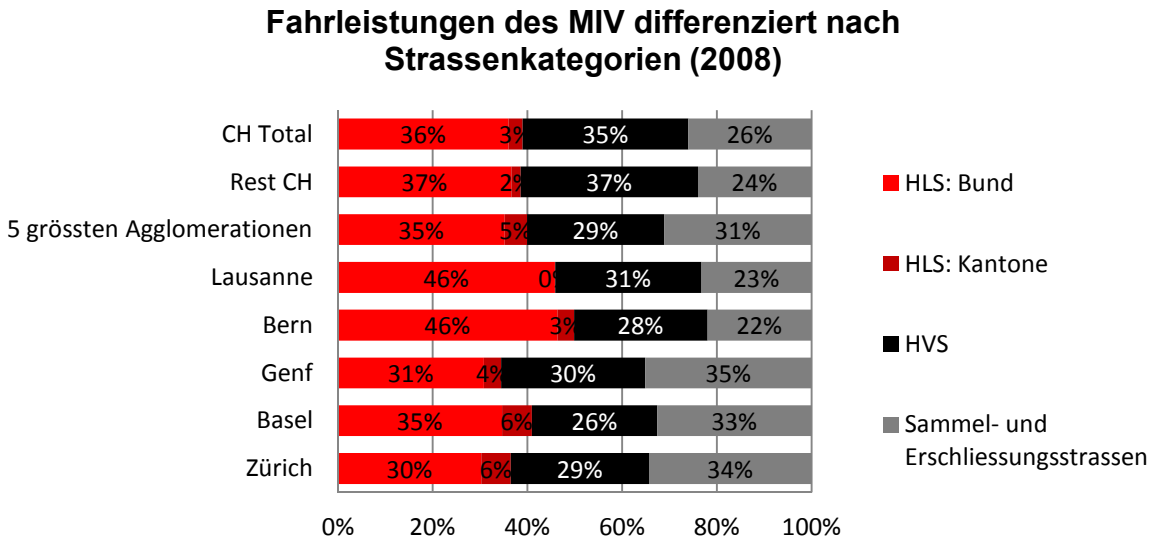
87 % der Fahrleistungen auf den Hochleistungsstrassen (HLS) des Bundes liegen im Ausserortsbereich. Rund ein Drittel der Fahrleistungen werden innerhalb von Gemeinden gefahren.

Bereits ein Drittel der schweizerischen MIV-Fahrleistungen entstehen in den 5 grössten Agglomerationen Zürich, Basel, Genf, Bern und Lausanne.



Von der gesamten MIV-Fahrleistungen in der Schweiz entstehen mit 15 % überproportional viel in der Agglomeration Zürich. Die Agglomerationen Basel, Genf, Bern und Lausanne liegen im Vergleich hierzu jeweils bei 5 bis 6 % der schweizerischen Fahrleistungen.

Lausanne und Bern weisen von den 5 grössten Agglomerationen mit Abstand die höchsten Anteile der Fahrzeugkilometer auf den Hochleistungsstrassen auf.



Im Vergleich zum schweizweiten Durchschnitt von 39 % liegen die Anteile der Fahrleistungen auf den Hochleistungsstrassen (Bund und Kantone) in Lausanne (rund 46 %) und Bern (rund 50 %) deutlich darüber.

L'essentiel en bref

Contexte et objectifs du rapport

L'Office fédéral de la statistique (OFS) établit la statistique officielle des prestations de transport et prestations kilométriques pour la Suisse. L'Office fédéral du développement territorial (ARE) calcule en outre ces mêmes prestations – différenciées en fonction de l'espace – pour les transports individuels motorisés (TIM) nationaux et étrangers sur le réseau routier suisse. Pour ce faire, il recourt au modèle national bimodal de transport de personnes du DETEC (MNTP), qui permet de relever les données tant des transports individuels motorisés (TIM) que des transports publics (TP). L'avantage supplémentaire réside dans le fait de pouvoir subdiviser les valeurs globales des prestations de transport et prestations kilométriques pour la Suisse en fonction du moyen de transport, du but du trajet, de la catégorie de route, de l'espace (agglomérations, cantons, etc.) et des portions de trajets parcourues à l'intérieur ou à l'extérieur des localités. De plus, il est possible de combiner ces facteurs.

Le présent rapport a pour but de documenter la méthode utilisée pour calculer les prestations différenciées du trafic privé motorisé (voiture de tourisme et motocycles) sur la base du MNTP. Il présente également les résultats des prestations de transport et prestations kilométriques, différenciés selon l'espace, du trafic routier pour les années 2005 – 2008. Des comparaisons sont tirées entre les résultats du MNTP et la statistique officielle des transports de l'OFS, afin de vérifier la qualité des données.

Quelques résultats

- Les résultats obtenus montrent que les prestations de transport et prestations kilométriques – calculées avec le MNTP selon la méthode présentées plus haut – concordent bien avec la statistique officielle des transports. Cela vaut aussi pour les mêmes prestations sur le réseau de routes nationales du MNTP, qui ont été comparées avec les résultats de l'Office fédéral des routes (OFROU).

- En 2008, 39 % des prestations kilométriques des TIM ont eu lieu sur des routes à grand débit. 94 % de l'ensemble des prestations kilométriques réalisées en Suisse l'ont été par la population suisse.

- Un tiers des prestations kilométriques des TIM sont fournies sur des routes situées à l'intérieur des localités.

- 15 % des prestations kilométriques de l'année 2008 concernent l'agglomération de Zurich seule, dont près de 37 % sur les routes à grand débit.

Suite des travaux et recommandations

Etant donné que les résultats du MNTP, de la statistique officielle des transports et des calculs de l'OFROU concordent bien, les points suivants sont recommandés:

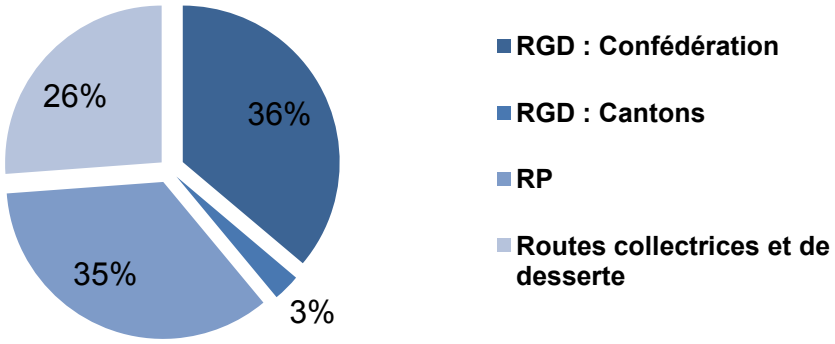
- Le total général de la statistique officielle des transports pour la Suisse doit être différencié sur la base des analyses sur les régions provenant du MNTP. Les champs d'application desdites analyses sont par exemple le calcul des émissions, en fonction des catégories de routes et des moyens de transport, ou le calcul du bruit sur le réseau routier d'importance nationale tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des localités.

- Un autre avantage du MNTP est qu'il permet de pronostiquer les prestations de transport et prestations kilométriques pour une date ultérieure (à l'heure actuelle 2030).

Synthèse des résultats

Les routes à grand débit (RGD) et les routes principales (RP) absorbent la majorité du trafic en Suisse.

Prestations kilométriques des transports individuels motorisés (TIM), différenciées selon la catégorie de route (2008)

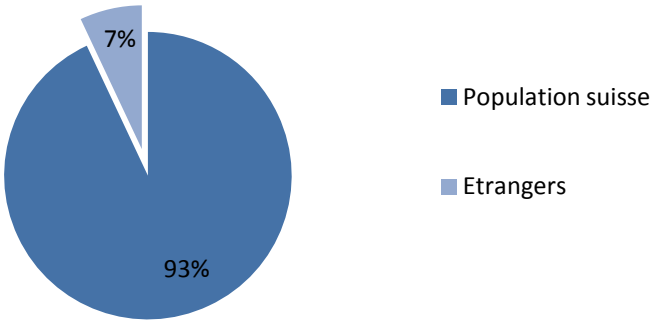


100 % = 51 mrd de véhicules-kilomètres (MNTP)

En 2008, les TIM ont réalisé des prestations kilométriques d'environ 51 milliards de véhicules-kilomètres sur le réseau routier suisse, 20 milliards (39 %) ayant été parcourus sur les autoroutes et semi-autoroutes des routes à grand débit. Les routes principales affichent une proportion de 35 % et les routes collectrices et de desserte une part de 26 %.

Le trafic en Suisse est principalement à mettre sur le compte de la population indigène.

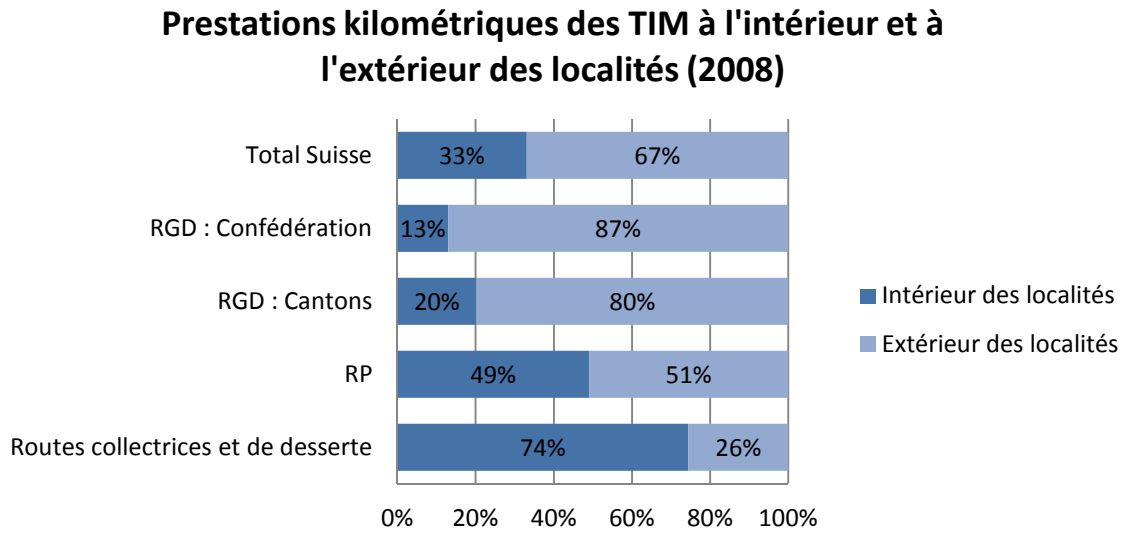
Prestations kilométriques des TIM selon l'origine du trafic (2008)



100 % = 51 mrd de véhicules-kilomètres (MNTP)

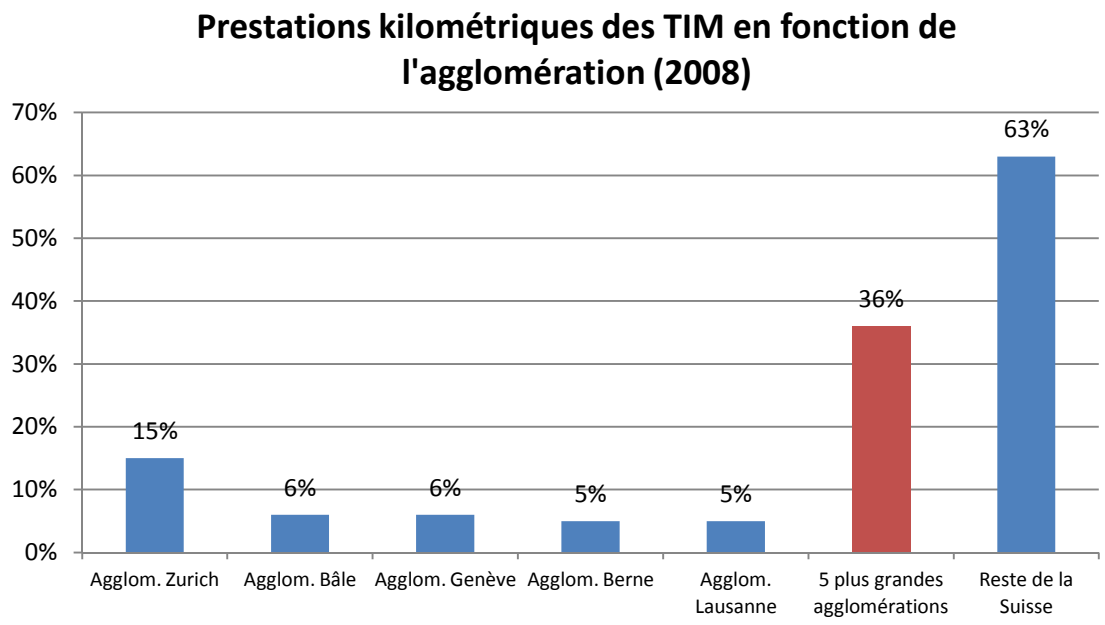
Les prestations kilométriques se répartissent entre la population suisse et les étrangers. Environ 93 % des prestations kilométriques sont à mettre sur le compte de la population suisse.

Un tiers des prestations kilométriques des TIM en Suisse survient dans les localités.



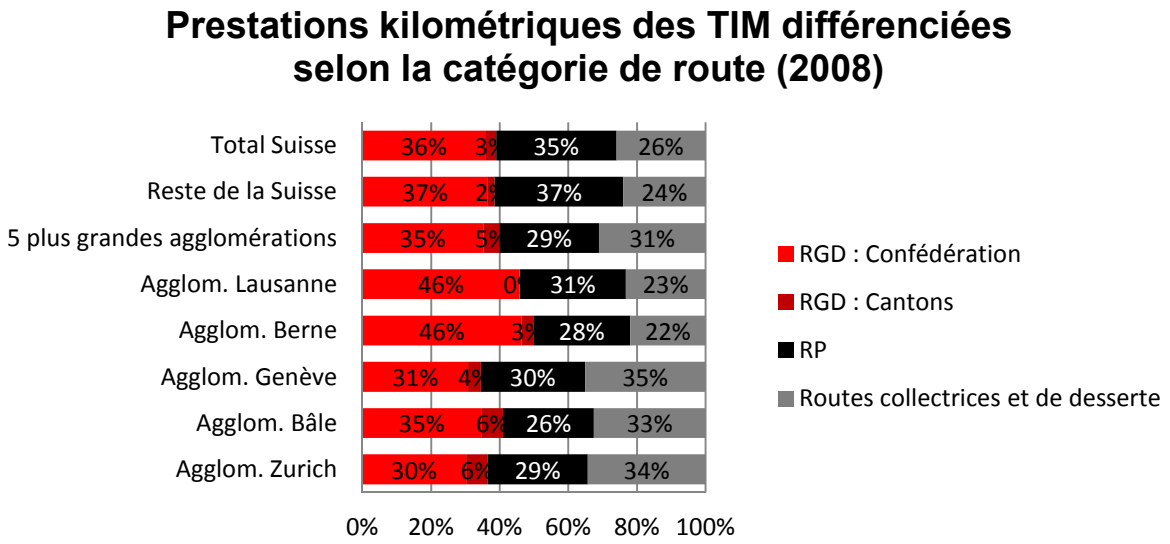
87 % des prestations kilométriques réalisées sur les routes à grand débit (RGD) de la Confédération ont lieu en dehors des localités. Près d'un tiers des prestations kilométriques survient à l'intérieur de communes.

Près d'un tiers des prestations kilométriques des TIM en Suisse survient dans les 5 plus grandes agglomérations de Zurich, Bâle, Genève, Berne et Lausanne.



15% de l'ensemble des prestations kilométriques des TIM en Suisse concernent l'agglomération zurichoise, ce qui est excessivement élevé. En comparaison, les agglomérations de Bâle, Genève, Berne et Lausanne représentent chacune 5 à 6 % des prestations kilométriques suisses.

Sur les 5 plus grandes agglomérations, Lausanne et Berne affichent les proportions les plus élevées de véhicules-kilomètres parcourus sur les routes à grand débit.



Les proportions de prestations kilométriques réalisées sur les routes à grand débit (Confédération et cantons) de Lausanne (près de 46 %) et de Berne (près de 50 %) sont visiblement supérieures à la moyenne suisse de 39 %.

1. Einführung

1.1. Ausgangslage

Angaben zu Fahr- und Verkehrsleistungen sind zentrale Kennzahlen der Verkehrsstatistik. Die Fahrleistung bezeichnet die in einem bestimmten Zeitraum von den Verkehrsmitteln im Einsatz für den Personenverkehr zurückgelegte Distanz in Fahrzeugkilometern (Fzkm). Sie berechnet sich aus dem Produkt der Anzahl Fahrzeuge und deren zurückgelegten Distanzen in Kilometern. Die Verkehrsleistung bezeichnet die in einem bestimmten Zeitraum von Personen zurückgelegte Distanz in Personenkilometern (Pkm). Sie berechnet sich aus dem Produkt der Anzahl Personen und deren zurückgelegten Distanzen in Kilometern. Für die Schweiz erstellt das Bundesamt für Statistik (BFS) die amtliche Statistik zu den Fahr- und Verkehrsleistungen. Die Grundlagen für diese Berechnungen stellen der Mikrozensus Mobilität und Verkehr, die alpen- und grenzquerenden Erhebungen, die Bevölkerungsstatistik und die Statistik zum Bestand der Strassenfahrzeuge (vgl. BFS, 2011a). Das BFS publiziert jährlich Eckzahlen zu den Fahr- und Verkehrsleistungen für die gesamte Schweiz. Eine räumliche Untergliederung oder Differenzierung nach Strassenkategorien im motorisierten Individualverkehr (MIV) wird hierbei nicht vorgenommen.

Das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) (Federführung) betreibt zusammen mit dem Bundesamt für Verkehr (BAV) und dem Bundesamt für Strassen (ASTRA) das nationale Personenverkehrsmodell des UVEK (NPVM) für den motorisierten Individualverkehr (Personenwagen und Motorrad), den öffentlichen Verkehr (ÖV) und den Langsamverkehr (LV) (ARE 2006). Die Grundlagen des NPVM sind der Mikrozensus Mobilität und Verkehr, Stated Preference-Befragungen zum Verkehrsverhalten, die grenzquerenden Erhebungen des Personenverkehrs, die nationalen und kantonalen Verkehrszählstellen und die Pendlerstatistik aus der Volkszählung. Basierend auf berechneten Quell-Ziel Beziehungen werden mit den NPVM räumlich und zeitlich differenzierte Verkehrsbelastungen zur Verfügung gestellt, die es erlauben Fahr- und Verkehrsleistungen für die gesamte Schweiz oder für aggregierte Teilräume (z. B. Agglomerationen) nach Verkehrsart und/oder Strassenkategorien zu ermitteln. Die amtliche Statistik des BFS wie auch das NPVM verwenden weitgehend gleiche Grundlagen und ergänzen sich hinsichtlich ihrer Aussagen zum Verkehr.

1.2. Zielsetzung

Im vorliegenden Bericht wird die Berechnung der Fahr- und Verkehrsleistungen des privaten Strassenverkehrs für den MIV für 2005 und 2008 anhand des NPVM für die Schweiz im Detail beschrieben. Die Ergebnisse zum ÖV werden für das Jahr 2008 für die gesamte Schweiz der Vollständigkeit halber ebenso aufgeführt. Das Ziel dieses Berichts ist es, einerseits, die modellierten Resultate für die gesamte Schweiz mit den empirischen Werten der Statistiken des BFS und des ASTRA zu vergleichen. Andererseits soll aufgezeigt werden, dass die Fahr- und Verkehrsleistung des Strassenverkehrs disaggregiert werden kann nach

1) Verkehrsarten (Binnen, Quell-, Ziel- und Transitverkehr),

2) Fahrtzwecken (Arbeit, Ausbildung, Nutzfahrt, Einkauf, Freizeit- und Tourismus),

3) Strassenkategorien (Hochleistungs-, Hauptverkehrs-, Sammel- und Erschliessungsstrassen) und

4) Teilräumen (Agglomerationen, Kantone, Sprachregionen und Innerorts- und Ausserortsanteile).

1.3. Aufbau des Berichtes

Der Aufbau des Berichts untergliedert sich in folgende Kapitel:

- Im Kapitel 2 werden Grundlagen zum NPVM vorgestellt, die notwendig sind,

    a) um die Methodik zur Berechnung der Fahr- und Verkehrsleistungen mit dem NPVM nachvollziehen zu können und

    b) um die Möglichkeiten und Grenzen bei den räumlichen Verkehrsanalysen aufzuzeigen.

- Im Kapitel 3 wird die Methodik zur Berechnung der Fahr- und Verkehrsleistungen für den MIV detailliert erklärt.

- Im Kapitel 4 werden Fahr- und Verkehrsleistungen für die Schweiz anhand des NPVM gesamthaft ausgewiesen.

- Im Kapitel 5 erfolgt ein Vergleich der Fahr- und Verkehrsleistungen des NPVM mit den

    a) Ergebnissen des Bundesamtes für Strassen ASTRA für das Hochleistungsstrassennetz des Bundes

    b) sowie mit der amtlichen Verkehrsstatistik des BFS.

  In diesem Kapitel wird die Validität der ermittelten Leistungen aus dem NPVM überprüft.

- Im Kapitel 6 werden für das Jahr 2008 räumlich differenzierte Verkehrsanalysen vorgestellt.

- Im Kapitel 7 erfolgen Schlussfolgerung zum Stellenwert der berechneten Werte der Fahr- und Verkehrsleistungen mit dem NPVM.

2. Nationales Personenverkehrsmodell NPVM

In diesem Kapitel werden Grundlagen zum NPVM dargestellt (Kapitel 2.1 und 2.2) und Differenzierungsmöglichkeiten für die Fahr- und Verkehrsleistungen aufgezeigt (Kapitel 2.3).

2.1. Grundlagen zum NPVM

Beim NPVM handelt es sich um ein gesamtschweizerisches Personenverkehrsmodell, das im Kern auf einem Vier-Stufen-Ansatz beruht[1] (vgl. ARE 2006). Das Modell setzt sich aus 3‘114 Verkehrszonen zusammen[2]. Jede Verkehrszone des NPVM bildet eine statistische Raumeinheit. Die Erzeugung und Anziehung von Verkehr wird ermittelt, indem verkehrsbestimmende Wirtschafts-, Siedlungs-, Haushaltsstrukturdaten den einzelnen Zonen hinterlegt werden (Strukturdaten). Mithilfe empirisch ermittelter und formalisierter Einflussgrössen zur Wege-, Ziel- und Verkehrsmittelwahl erfolgt eine Umlegung des modellierten Aufkommens auf das zu Grunde liegende Verkehrsnetz (in Zukunft basierend auf Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 (BFS/ARE 2012) sowie *Stated Preference*-Befragung zum Verkehrsverhalten 2010 (ARE 2012)). Für ein Verständnis für die Berechnung der Fahr- und Verkehrsleistungen anhand des NPVM müssen vorerst in den nachfolgenden Kapiteln vorgestellten Begrifflichkeiten geklärt werden.

2.2. Zonen- und Netzmodell

Grundbestandteile

Das Zonen- und Netzmodell eines Verkehrsmodells setzt sich aus drei grundsätzlichen Bestandteilen zusammen (siehe Abbildung 1):

1) den Verkehrszonen,

2) dem abgebildeten Strassen- oder Schienennetz und

3) den Anbindungen, die den Schwerpunkt der Verkehrszonen mit dem Verkehrsnetz verbinden.

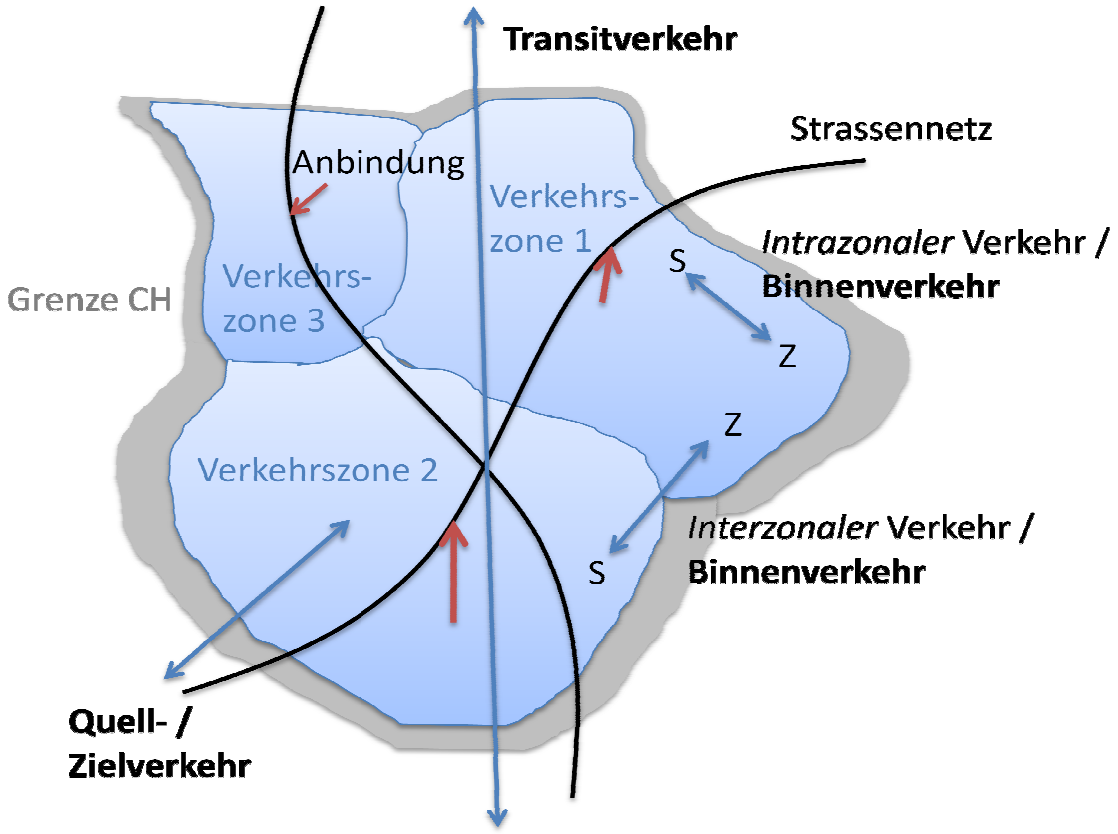
---

[1] Es handelt sich um folgende vier Stufen:

1. *Verkehrserzeugung*: Die Verkehrserzeugung bestimmt die Menge von Fahrten je Verkehrszone.
2. *Verkehrsverteilung (auch Zielwahl)*: Die Verkehrsverteilung teilt die Fahrten aus der Verkehrserzeugung einem Ziel zu (Zone) und modelliert die Zielwahl.
3. *Verkehrsmittelwahl*: Die Verkehrsmittelwahl ordnet jeder Fahrt ein Verkehrsmittel zu und modelliert so die Wahl des Verkehrsmittels.
4. *Verkehrsumlegung*: Die Verkehrsumlegung ordnet jeder Fahrt einen Routenverlauf auf dem zugrunde liegenden Verkehrsnetz zu und modelliert so die Wegewahl.

[2] Die Zonen des NPVM basieren in ihrem Kern auf der Gemeindeeinteilung aus dem Jahr 2000 (vgl. Schuler o.J.). Hinzu kommen Zonen im Ausland, anhand derer Transit-, Ziel- und Quellverkehre aus den grenzquerenden Erhebungen übernommen werden. In den Verkehrsmodellen des UVEK sind somit insgesamt 2'949 Inlandszonen (inkl. der fünf grössten schweizerischen Flughäfen als eigene Zonen) und 165 Auslandzonen enthalten (ARE 2006).

Abbildung 1 Schematische Darstellung eines Zonen- und Netzmodells



Inter-/ Intrazonaler Verkehr und Anbindungen

Der modellierte Verkehr startet in einer Verkehrszone und fliesst über die Anbindung der Startzone auf das Strassennetz. Über die Anbindung der Zielzone fliesst der Verkehr zurück in die Zielzone. Dieser Verkehr zwischen zwei Verkehrszonen wird *interzonaler Verkehr* bezeichnet.

Jetzt gibt es allerdings auch kurze Wege, bei denen Start- und Zielort innerhalb einer Zone liegen. Dieser Verkehr wird *intrazonaler Verkehr* bezeichnet und erzeugt in Verkehrsmodellen keine Belastungen auf dem Strassennetz. Es handelt sich hierbei um den Zonenbinnenverkehr. Zudem werden die Anbindungen an das Netz nicht als Belastungen im NPVM dargestellt.

Netzbelastungen des interzonalen Verkehrs

Bezogen auf den *interzonalen Verkehr* wird beim NPVM zwischen folgenden Verkehrsarten unterschieden:

1) Binnenverkehr in der Schweiz

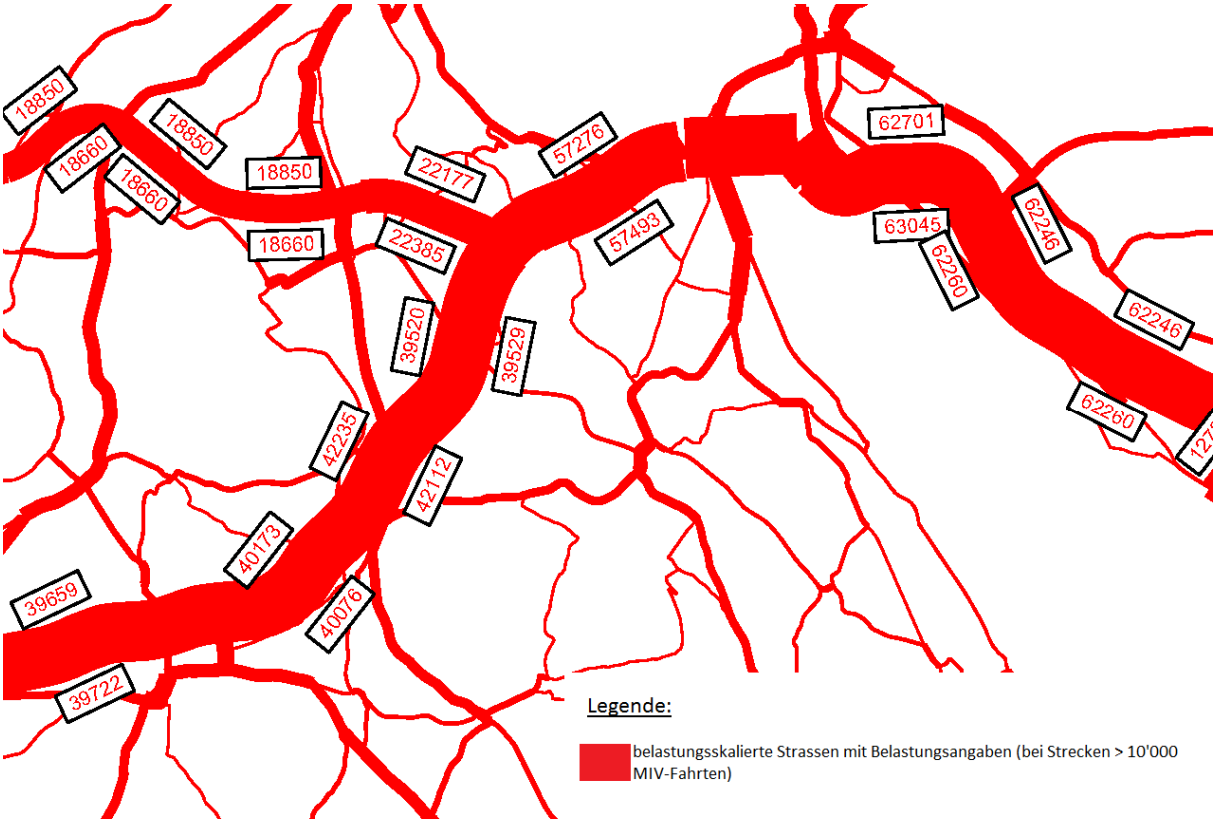
2) Quell-/ Zielverkehr

3) Transitverkehr

Der interzonale Binnenverkehr wird im Rahmen der Nachfrageberechnung mit dem Verkehrsmodell modelliert und liegt als Belastung auf dem Strassennetz vor. Quell-/Ziel- und Transitverkehr werden auch als Aussenverkehr bezeichnet. Diese Wegebeziehungen werden nicht modelliert, sondern aus den grenz-

querenden Erhebungen übernommen und an die verfügbaren Zählquerschnitte an den Grenzen angepasst. Der Binnenverkehr wird mit dem Quell-/Ziel- und Transitverkehr überlagert und auf das Strassennetz umgelegt. Abbildung 2 zeigt in exemplarischer Form für einen Teilausschnitt die Netzbelastung für den Personenverkehr auf der Strasse.

Abbildung 2 Beispiel einer Netzbelastung

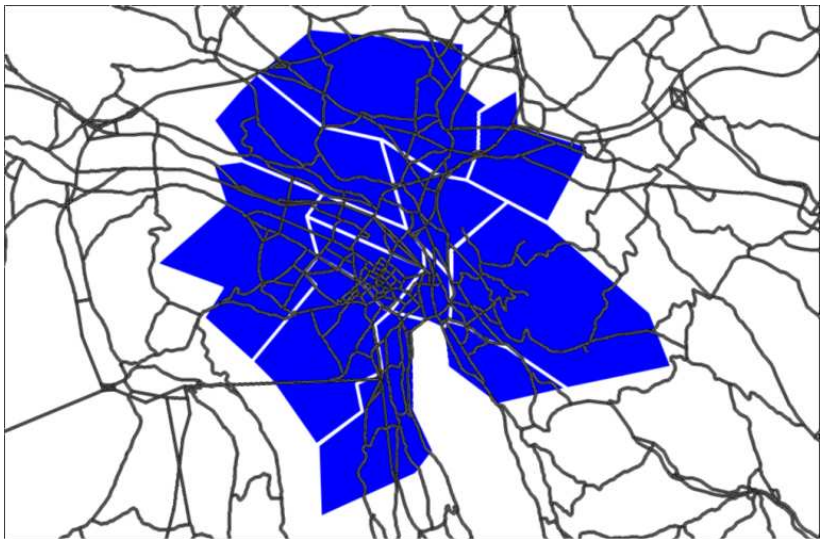


Verdichtungsregionen

In den 10 grössten Städten wurde das Zonenmodell des NPVM auf Basis der Stadtquartiere[3] weiter untergliedert (so genannte Verdichtungsregionen). Trotz dieser Detaillierung sind die Zonen- und Netzstrukturen so grob, dass der modellmässig ermittelte Verkehr zwischen den Stadtquartieren nicht aufs Netz umgelegt wird. Abbildung 3 zeigt in exemplarischer Form die Zonenaufteilung der Stadt Zürich, die in zwölf Quartiere (Stadtkreise) aufgeteilt wurde. Der im NPVM nicht umgelegte Verkehr zwischen den Quartieren der 10 grössten Städten stellt eine Sonderform des Zonenbinnenverkehrs dar.

[3] Um eine präzisere Auflösung des Verkehrsaufkommens zu erzielen, wurden bei zehn Städten die Gemeindezone in mehrere kleinere Quartiere unterteilt. Es handelt sich hierbei um die Städte Basel, Bern, Biel, Genf, Lausanne, Luzern, St. Gallen, Thun, Winterthur und Zürich.

Abbildung 3 Fehlende Netzbelastung zwischen Stadtquartieren (Beispiel Verdichtungsregion Zürich)



Quelle: NPVM, 2008

2.3. Auswertemöglichkeiten und Detaillierungsgrad

Der Nutzen des NPVM liegt darin, den schweizerischen Gesamtwert der Fahr- und Verkehrsleistungen nach Verkehrsarten, Fahrtzwecken, Strassenkategorien, Teilräumen (Agglomerationen, Kantone usw.) und Innerorts- und Ausserortsanteilen zu differenzieren. Nachfolgend werden die Differenzierungsebenen erläutert.

2.3.1. Modell- und Belastungszustände

Beim NPVM muss zwischen Modell- und Belastungszuständen unterschieden werden.

- **Modellzustände** beziehen sich auf den durchschnittlichen Werktagsverkehr (DWV) und die Spitzenstunden am Morgen (MSP) und am Abend (ASP). Hier wird zwischen den Zwecken Arbeit/Ausbildung, Nutzfahrt, Einkauf und Freizeit- und Tourismus unterschieden. Die Quell-/Zielmatrizen des Verkehrsaufkommens werden mit Hilfe der Nachfrageberechnung modelliert. In einem weiteren Arbeitsschritt werden die Modellbelastungen auf die zur Verfügung stehenden Verkehrszählungen angeglichen. Auswertungen zu den Quell-/Zielbeziehungen sind auf aggregierter Ebene möglich. Die aktuell gültigen Modellzustände sind der Basiszustand 2005 und der Referenzzustand 2030[4].

- **Belastungszustände** werden für den durchschnittlichen Tagesverkehr (DTV) in periodischen Abständen erstellt. Sie ergänzen die Modellzustände. Grundlage für die Erstellung der Belastungswerte sind die Quell-/ Zielbeziehungen des DWV, die mit Hilfe eines Korrekturverfahrens an die verfügbaren Verkehrszählungen des DTV angepasst werden.

Die Modell- und Belastungszustände lassen unterschiedliche Auswertungen zu. Diese Möglichkeiten sind in Tabelle 1 dargestellt:

[4] Anfang 2012 wird auf der Grundlage des Bevölkerungsszenarios „BFS 2010 mittel“ ein neuer Referenzzustand 2030^{+} erstellt.

- Bei **Belastungszuständen** können nur Auswertungen zu den Fahr- und Verkehrsleistungen für die gesamte Schweiz oder räumlichen Perimetern nach unterschiedlichen Strassenkategorien durchgeführt werden. Auswertungen nach Zweck sind nicht möglich.

- Bei **Modellzuständen** sind alle in Tabelle 1 dargestellten Auswertemöglichkeiten umsetzbar.

Tabelle 1 Auswertemöglichkeiten von Modell- und Belastungszuständen

Bezeichnung	**Verkehrsart**	**Fahrtzweck**	**Strassenkategorien**	**Räumliche Perimeter**
Modellzustand (DWV, MSP,ASP)	X	X	X	X
Belastungszustand (DTV)	X	-	X	X

Ein Vorteil bei Belastungs- und Modellzuständen besteht darin, dass Auswertekombinationen möglich sind. So können für ein aggregiertes Teilgebiet des Modellzustandes die Fahr- und Verkehrsleistungen nach Verkehrsarten und Strassenkategorien für unterschiedliche Zwecke ermittelt werden, z.B., wie hoch ist der Anteil des Durchgangsverkehrs für ein Gebiet auf dem Autobahnnetz für den Fahrtzweck Freizeit?

2.3.2. Verkehrsarten

Für die Differenzierung der Fahr- und Verkehrsleistungen wird nach den vier klassischen Verkehrsbeziehungen unterschieden:

- **Binnenverkehr**: Verkehr, dessen Fahrtbeginn und -ende innerhalb der Schweiz ist.
- **Zielverkehr**: Verkehr, der vom Ausland in die Schweiz kommt.
- **Quellverkehr**: Verkehr, der innerhalb der Schweiz beginnt und im Ausland endet.
- **Transitverkehr**: Verkehr, der Fahrtbeginn und Fahrtziel ausserhalb der Schweiz hat und die Schweiz durchquert.

2.3.3. Fahrtzweck

Beim NPVM liegen für die Modellzustände fahrtzweckspezifische Matrizen vor, weshalb die Netzbelastungen sich nach fünf Fahrtzwecken untergliedern lassen:

- Arbeit/ Ausbildung
- Nutzfahrt
- Einkauf
- Freizeit- und Tourismus

Da für die Modellzustände getrennte Quell-/ Zielbeziehungen nach Zweck erstellt werden, können diese nach Teilräumen untersucht werden.

2.3.4. Strassenkategorien

Die Fahr- und Verkehrsleistungen des MIV werden zudem nach Strassenkategorien differenziert. Diese gründen auf den implementierten Streckentypen des NPVM. Die Streckentypen werden zu den nachfolgenden Strassenkategorien zusammengefasst:

- **Hochleistungsstrassen (HLS)**: Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes oder der Kantone
- **Hauptverkehrsstrassen (HVS)**: Hauptverkehrs- und Verbindungsstrassen
- **Sammel- und Erschliessungsstrassen (SES)**

Die Strassenklassifizierung folgt der Schweizer Norm 640 040b.

2.3.5. Teilräume

Anhand des NPVM ist es möglich, Fahr- und Verkehrsleistungen nach unterschiedlichen Teilräumen zu untergliedern. Es sollte sich dabei um Aggregate mehrerer Gemeinden handeln, da die Betrachtung einzelner Gemeinden nicht sinnvoll ist. Mögliche Einteilungen sind:

- **Agglomerationen**: In diesem Bericht liegt das Interesse auf den fünf grössten Agglomerationen Zürich, Basel, Genf, Bern und Lausanne (vgl. Kapitel 6.2.3).
- **Innerorts- und Ausserortsanteile**: Um Differenzierungen der Fahr- und Verkehrsleistungen nach effektiven bebauten und unbebauten Gebieten vornehmen zu können, werden Streckenanteile für das Strassennetz des NPVM anhand eines geographischen Informationssystems (GIS) berechnet. Dafür wird das Siedlungsgebiet nach dem digitalen Landschaftsmodell der Schweiz (Vector25[5]) verwendet.

[5] Vgl.: http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/products/landscape/vector25.html

3. Berechnung der Fahr- und Verkehrsleistungen mit dem NPVM

Basierend auf den im Kapitel 2 dargestellten Grundlagen zum NPVM wird im diesen Kapitel die Methodik zur Berechnung der Fahr- und Verkehrsleistungen mit dem NPVM für den motorisierten Individualverkehr dargestellt.

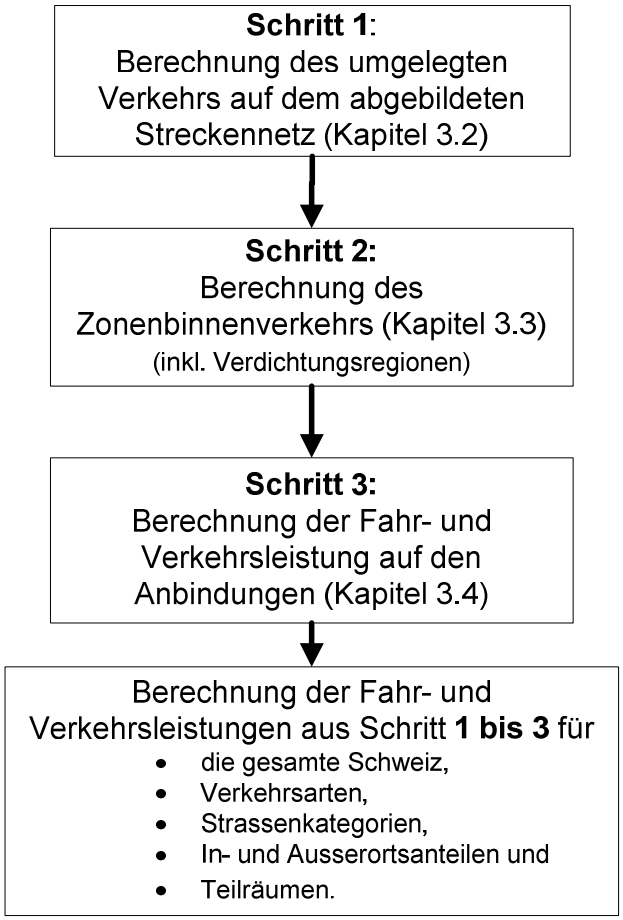
3.1. Berechnungsschritte

Die gesamten Fahr- und Verkehrsleistungen aus dem NPVM setzen sich aus folgenden drei Bestandteilen zusammen, die jeweils in separaten Arbeitsschritten berechnet werden müssen (siehe auch Abbildung 4):

1) Belastung auf dem Strassennetz
2) Zonenbinnenverkehr (inklusive Verdichtungsregionen)
3) Anbindungen

Der auf dem Strassennetz umgelegte Verkehr ist jener Teil, der in Form von Netzbelastungen sichtbar ist (siehe Abbildung 2). Dieser Verkehr wir in einem ersten Schritt berechnet. Die Fahr- und Verkehrsleistungen des Zonenbinnenverkehrs werden in einem zweiten Schritt berechnet. Die Anbindungen verbinden den Zonenschwerpunkt mit dem Strassennetz. Auf diesen Anbindungen wird die Verkehrsbelastung nicht dargestellt und muss daher gesondert im dritten Schritt berechnet werden. Die Schritte 1 bis 3 ergeben dann in der Summe die gesamte Fahr- und Verkehrsleistung des NPVM (vgl. Abbildung 4).

Abbildung 4 Arbeitsschritte am Beispiel MIV



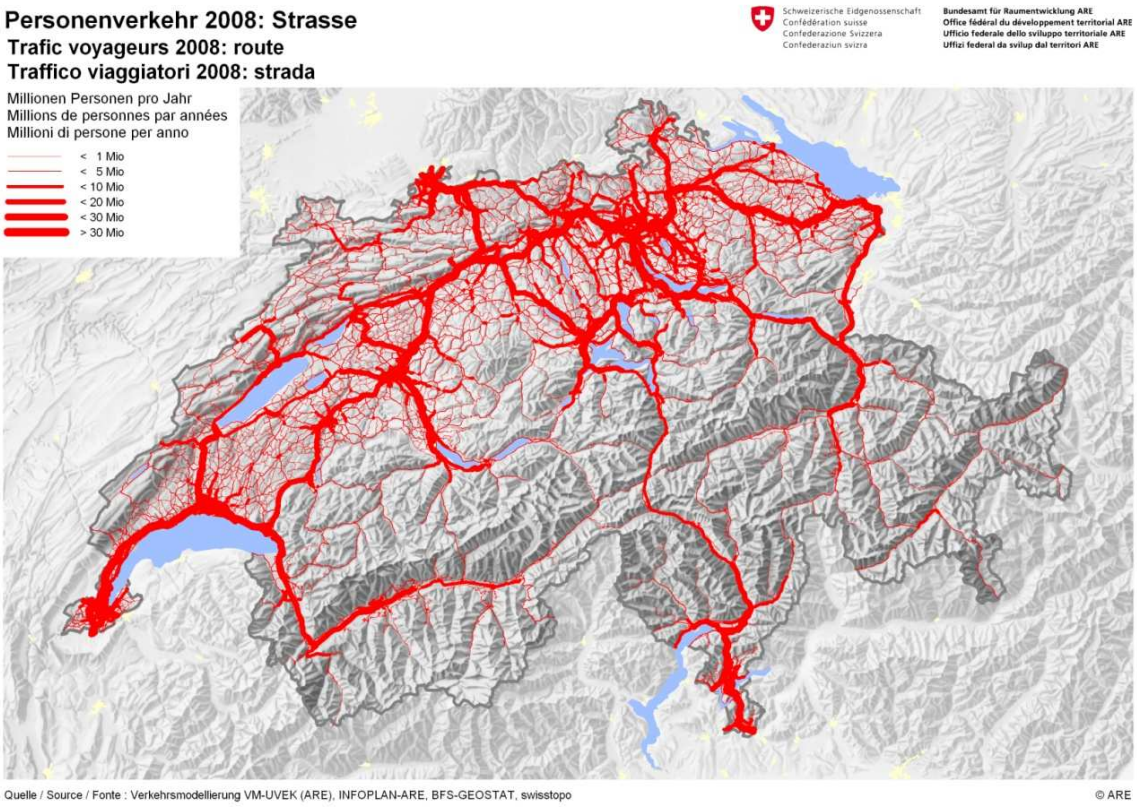
3.2. Netzbelastungen (interzonaler Verkehr)

Bezüglich MIV liegt auf Bundesebene der Schwerpunkt des NPVM beim übergeordneten Strassennetz (Autobahnen, Autostrassen und Kantonsstrassen von nationalem Belang), wobei Belastungen für das untergeordnete Strassennetz ebenfalls modelliert werden. Im NPVM wird das übergeordnete Strassennetz zwischen den Gemeinden und Städten abgebildet. Aufgrund der groben Zoneneinteilung wird das Sammel- und Erschliessungsnetz nicht in den Gemeinden abgebildet. Aus diesem Grund beinhaltet das NPVM rund ein Drittel des schweizerischen Strassennetzes. Anhand des NPVM wird das Verkehrsaufkommen (Querschnittsbelastung je Streckenabschnitt) im Falle des MIV auf dem für das Modell zugrunde liegenden Strassennetz für die gesamte Schweiz modelliert. Durch die Kombination mit der Streckenlänge je Streckenabschnitt und dem Besetzungsgrad je Auto können somit Fahr- und Verkehrsleistungen in Fahrzeugkilometern (Fzkm) und Personenkilometern (Pkm) ausgewiesen werden (vgl. Abbildung 5). Die Berechnungen aus den Netzbelastungen bilden die erste Grundlage der gesamtschweizerischen Fahr- und Verkehrsleistungen.

Bei der Berechnungen nach Verkehrsarten gilt folgendes zu beachten: Bei der Erstellung der Quell/ -Zielmatrizen ist es in der Verkehrsmodellierung nicht möglich, die Fahrten den inländischen und ausländischen Verkehrsströmen zuzuordnen. Um jedoch eine genauere Differenzierung zu erreichen, können die beiden Verkehrsarten Ziel- und Quellverkehr den ausländischen und inländischen Verkehren zugeordnet werden, indem das Verhältnis anhand der Immatrikulation der Fahrzeuge aus dem Alpen- und grenzquerenden Personenverkehr 2007 (A+GQPV07) ermittelt wird (BFS, 2009). Da die Befragung beim A+GQPV07 nur bei der Einfahrt möglich war, werden die Fahrten für die Ausfahrt übernommen, d.h. das Verhältnis wird sowohl für den Zielverkehr als auch den Quellverkehr angewandt.

Aus dem A+GQPV07 errechnet sich ein Anteil von Fahrzeugen der Schweizerischen Wohnbevölkerung gegenüber ausländisch immatrikulierten Fahrzeugen bezüglich der Grenzquerung von 35 Prozent beim Ziel- und damit auch beim Quellverkehr. Bezogen auf die Fahr- und Verkehrsleistungen werden 41 Prozent beim grenzquerenden Verkehr durch die Schweizerische Wohnbevölkerung erzeugt. Somit werden für die Berechnungen des Ziel-/Quellverkehrs 41 Prozent der Fahr- und Verkehrsleistungen der Schweizerischen Wohnbevölkerung zugeschrieben. Hierbei handelt es sich um eine Annahme. Es ist nicht auszuschliessen, dass grenzquerende Personen in CH-Fahrzeugen im Ausland (Bsp. Frankreich in der Region Genf) wohnen und umgekehrt. Genau genommen handelt es sich bei den Anteilen also um grenzquerende Personen in entweder „in der Schweiz" oder „im Ausland" immatrikulierten Fahrzeugen.

Abbildung 5 Netzbelastung 2008 des interzonalen Verkehrs



Quelle: VM-UVEK, 2008

3.3. Zonenbinnenverkehr (intrazonaler Verkehr)

Im NPVM wird der Zonenbinnenverkehr (Verkehr innerhalb einer Verkehrszone) modelliert aber nicht auf das Netz umgelegt. Aufgrund fehlender gemeindefeiner Daten kann der modellierte Zonenbinnenverkehr nicht validiert werden. In diesem Kapitel wird daher der Zonenbinnenverkehr anhand des Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 (MZ 05, siehe BFS/ARE 2007a) abgeschätzt.

Die Berechnung anhand des MZ 05 erfolgt sowohl für die gesamte Schweiz als auch für einzelne Gemeinden, die dann auf bestimmte Teilräume aufsummiert werden können (Kantone, Agglomerationen, etc.). Das Ziel ist nachfolgend den nicht umgelegten Verkehr des NPVM, den Zonenbinnenverkehr, zu berechnen und gleichzeitig die dafür notwendigen Annahmen zur Berechnung vorzustellen und zu dokumentieren.

3.3.1. Vorgehen

Es gibt zwei Möglichkeiten zur Abschätzung der Fahr- und Verkehrsleistungen innerhalb von Zonen.

Die erste Möglichkeit ist die modellierten Fahrten pro Zone des NPVM mit einer mittleren Distanz für alle Zonen zu multiplizieren. Dieses Vorgehen wird nicht gewählt, da einerseits die modellierten Fahrten pro Zone im NPVM aufgrund von fehlenden Datengrundlagen nicht validiert werden können. Andererseits liegen keine Datengrundlagen vor, um die mittlere Tagesdistanz je Gemeinde auszuschildern. In der Ver-

kehrsmodellierung werden zur Herleitung der mittleren Tagesdistanzen unterschiedliche Annahmen getroffen, die meist von der Siedlungsfläche der Zone abgeleitet werden. In Anbetracht der Variabilität des Verkehrsverhaltens kann hier von einem starken Raumdeterminismus gesprochen werden, weshalb von einem solchen Vorgehen in dieser Berechnung abgesehen wird.

Als zweite Möglichkeit kann der Zonenbinnenverkehr anhand des MZ 05 für Aggregate von Gemeinden empirisch ermittelt werden. Für die nachfolgende Berechnung der Fahr- und Verkehrsleistungen stellt der MZ 05 die empirische Grundlage dar. Diese Herangehensweise hat den Vorteil, sowohl die mittlere Distanz als auch das Aufkommen empirisch für die Schweiz zu begründen.

Die Verdichtungsregionen der (10 grössten Städte) werden für die Auswertung wieder zu einer Zone zusammengefasst und bilden somit einen Sonderfall des Zonenbinnenverkehrs.

Analyseebene

Beim NPVM handelt es sich um ein Wegemodell. Die Berechnung der Verkehrserzeugung basiert auf der Wegedatenbank des Mikrozensus zum Verkehr. Aus diesem Grund erfolgt die Berechnung des Zonenbinnenverkehrs ebenfalls auf Basis des Wegedatensatzes des MZ 05. Für die Berechnungen werden nur MIV-Wege betrachtet.

Identifikation von Wegen in derselben Verkehrszone

Um den Zonenbinnenverkehr anhand des MZ 05 zu ermitteln, müssen diejenigen Wege im Datensatz identifiziert werden, die Start und Ziel in derselben Zone des NPVM haben. Für die Identifikation wurden die geokodierten Wege des MZ 05 den Zonen des NPVM mittels GIS zugeordnet. Anhand der Geokoordinaten und den BFS Gemeindenummern lassen sich insgesamt 98.7 Prozent der Wege einzelnen Zonen zuordnen.

Zugrunde liegende Annahmen

Für die Berechnungen wird angenommen, dass der Zonenbinnenverkehr ausschliesslich durch die schweizerische Wohnbevölkerung erzeugt wird und die Anteile vollständig aus dem MZ 05 ermittelt werden können. Grund ist erstens, dass für das intrazonale Verkehrsaufkommen ausländischer Reisenden keine empirischen Grundlagen vorliegen. Zweitens ist deren Anteil als gering einzustufen. Somit werden in den Berechnungen des Zonenbinnenverkehrs ausländische Verkehre vernachlässigt.

Für die Berechnungen werden – wie auch für die amtliche Verkehrsstatistik – Schätzdistanzen der befragten Personen zu ihren Etappen verwendet, die wiederum in den aggregierten Wegen aufsummiert vorliegen. Die Schätzdistanz liegt bei 99 Prozent der Zonenbinnenwege unter 10 Kilometer. Da es sich beim übrigen Prozent im Hinblick auf die Distanzen um Ausreisser handelt, werden für Werte grösser 10 Kilometer ebenfalls ein festgelegter Maximalwert von 10 Kilometer angenommen.

Die Daten aus der Stichprobe des MZ 05 werden auf die Gesamtbevölkerung hoch gerechnet. Massgebend ist der Bevölkerungsstand zum Jahresende 2005. Grundgesamtheit des MZ 05 ist die ständige Wohnbevölkerung der Schweiz ab sechs Jahren (Statistik des jährlichen Bevölkerungsstandes ESPOP 2005 ab 6 Jahren: 7'019’484). Da das BFS die offizielle Verkehrsstatistik und das NPVM Werte für die Gesamtbevölkerung ausweist (vgl. Methodik in BFS 2011), wird für die vorliegenden Berechnungen ebenfalls die Gesamtbevölkerung für die Hochrechnung verwendet (ESPOP 2005: 7'459’128).

3.3.2. Zonenbinnenverkehr in der Schweiz

Tabelle 2 zeigt, dass sich rund 31 Prozent aller MIV-Wege (berücksichtigt werden wie im NPVM nur Wege mit PW oder Motorräder) des MZ 05 dem Zonenbinnenverkehr zuordnen lassen. Der grösste Anteil davon ist den Personenwagen zuzurechnen (97 Prozent).

Tabelle 2 Inter- und intrazonaler Verkehr im MIV[1] des MZ 05

	Anzahl Wege	Prozent
Gesamt MIV[1]	54'173	100
Interzonaler Verkehr	37'513	69
Zonenbinnenverkehr	16'660	31
Personenwagen	52'321	100
Interzonaler Verkehr	36'383	70
Zonenbinnenverkehr	15'938	30
Motorrad	1'852	100
Interzonaler Verkehr	1'130	61
Zonenbinnenverkehr	722	39

Quelle: MZ 2005 (n = 54'173 Wege im MIV)
[1] MIV = Motorisierter Individualverkehr (Personenwagen und Motorrad)

Um die intrazonale Fahr- und Verkehrsleistungen des NPVM anhand der Zonenbinnenwege des MZ 05 zu berechnen, wird eine Methodik analog zu BFS 2011 (S. 5) verwendet, die allerdings auf den Wegedatensatz angepasst wird.

Es werden nur Wege mit Verkehrsmitteln Auto oder Motorrad als Fahrer/in in der nachfolgenden Berechnung berücksichtigt, da das Interesse bei den Fahrzeugkilometern liegt. Um Personenkilometern zu berechnen, erfolgt eine Multiplikation mit der im MZ 05 erfassten Mitfahrerinnen und Mitfahrern.

Zur Berechnung der Fahrleistungen wird pro Weg die Distanz des Weges als so genannte Grundleistung verwendet. Zur Berechnung der Verkehrsleistung wird das Produkt aus Wegedistanz und der Anzahl Fahrzeuginsassen gebildet. Durch Aufsummieren der jeweiligen Grundleistungen über alle Wege lassen sich die jährlichen MIV-Leistungen gemäss folgender Formel ermitteln:

$$\hat{c} = N_P N_J \sum_{p \in S_p} w`_p c_{p,j_p}, \text{ mit } w`_p = \frac{w_p}{\sum_{q \in S_p} w_q}$$

wobei:

- $\hat{c}$: jährliche Leistungen ([Fzkm] oder [Pkm], bei Multiplikation der durchschnittlichen Anzahl Fahrzeuginsassen auf Aggregatsebene Zielperson);
- $c_{p,j}$: Grundleistung Zonenbinnenverkehr der Person p am Tag j für Pkm Multiplikation mit Fahrzeuginsassen, (aufsummiert über alle Wege);
- w_p, w_q: Gewichtungsfaktor der Person p, bzw. der Person q;
- S_p: Personen-Stichprobe;
- N_p: ständige Wohnbevölkerung über 18 Jahre;
- N_j: Anzahl Tage pro Jahr.

Die aus dieser Formel berechnete Fahr- und Verkehrsleistung des Zonenbinnenverkehrs für das Jahr 2005 und 2008 ist in Tabelle 3 ersichtlich.

Tabelle 3 Zonenbinnenverkehr in der Schweiz für 2005 und 2008 für MIV

Jahr	Bevölkerung	Mittlere Tagesdistanz in derselben Zone in Kilometer[1]	Jahresfahrleistung des Zonenbinnenverkehrs in Mio. Fzkm	Jahresverkehrs-leistung des Zonenbinnen-verkehrs in Mio. Pkm
2005[2]	5'967'310	1.71	3'724	5'305
2008[2]	6'161'485	1.71	3'846	5'465

Quelle: MZ 2005, gewichtet (n = 33'390)
[1] Basierend auf Schätzdistanzen
[2] Bevölkerung ab 18 Jahren

Der Zonenbinnenverkehr wird für die unterschiedlichen Jahrgänge anhand der Gesamtbevölkerung variiert, wobei die mittlere Tagesdistanz, die ein Bewohner an einem durchschnittlichen Stichtag in der Schweiz mit dem MIV zurücklegt aus dem MZ 05 konstant bleibt (vgl. Tabelle 3). Dieser Wert kann mit dem Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 aktualisiert werden.

Der Vergleich mit der offiziellen Verkehrsleistungsberechnung des BFS in Tabelle 4 zeigt, dass der Zonenbinnenverkehr[6] des MIV rund sieben Prozent an der Gesamtfahrleistung und rund sechs Prozent an der Gesamtverkehrsleistung der Schweizerischen Wohnbevölkerung in der Schweiz ausmacht.

Tabelle 4 Anteil Zonenbinnenverkehr am Gesamtwert der amtlichen Verkehrsstatistik (2005)

	Fahrleistung [Mio. Fzkm]	% an Gesamt Schweiz	Verkehrsleistung [Mio. Pkm]	% an Gesamt Schweiz
MIV (PW und Motorrad)	3'724	7.1	5'305	6.3
Gesamt Schweiz (gemäss BFS)	52'522[1]	100.0	83'642[2]	100.0

Quelle: [1]MZ 2005, gewichtet (n = 13'083 Fahrerwege)
[1] nach http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/04/blank/key/01/01.html
(Summe Personenwagen und Motorrad)
[2] nach http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/05/blank/key/verkehrsleistungen/leistungen.html
(Summe Personenwagen und Motorrad)

3.3.3. Zonenbinnenverkehr je Gemeinde

In Kapitel 3.3.2 wurde der gesamte Zonenbinnenverkehr für die Schweiz ermittelt. Für differenzierte Betrachtungen der Fahr- und Verkehrsleistung nach Raumtypen, Sprachregionen, Kantonen usw., ist es nötig, den Zonenbinnenverkehr je Gemeinde aufzuschlüsseln. Das Erhebungskonzept des MZ 05 ist jedoch nicht dazu geeignet, empirisch belastbares Zahlenmaterial auf der Ebene von Gemeinden auszuweisen. Nachfolgend wird ein Ansatz vorgestellt, der es erlaubt, die Gesamtfahr- und Verkehrsleistung des Zonenbinnenverkehrs auf einzelne Gemeinden aufzuteilen.

[6] Der Zonenbinnenverkehr ist keine feste Grösse. Er wird entscheidend durch die Zonen- und Netzstruktur (siehe Abschnitt 2.1.2) bestimmt. Je feiner die Zonen- und Netzstrukturen sind, desto geringer wird der Zonenbinnenverkehr.

Das Ziel ist die Fahr- und Verkehrsleistungen des Zonenbinnenverkehrs von unterschiedlichen Analyseperimetern, wie etwa für die fünf grössten Agglomerationen (vgl. Kapitel 6.2.3), durch das Aufsummieren des Zonenbinnenverkehrs der darin enthaltenen Gemeinden abzuschätzen. Dabei sollen immer Aggregate und nicht einzelne Gemeinden betrachtet werden.

Vorgehen

Das Vorgehen zur Berechnung der intrazonalen Fahr- und Verkehrsleistung je Zone gründet auf zwei Kennzahlen; einerseits wird die Grösse der Bevölkerung als Stellvertretervariable für das Aufkommen verwendet und andererseits die durchschnittliche intrazonale Tagesdistanz nach Raumtypen, die die Schweizerische Wohnbevölkerung an einem durchschnittlichen Verkehrstag zurücklegt.

Anhand des MZ 05 ist bekannt, dass sich das individuelle Verkehrsverhalten in Bezug auf die am Stichtag zurückgelegten Tagesdistanzen nach Agglomerationskerngemeinden, übrige Agglomerationsgemeinden, isolierten Städten und ländliche Gemeinden signifikant unterscheiden (vgl. BFS/ARE 2007a, S. 62). Um die Tagesdistanz entsprechend anzupassen, erfolgt daher eine Aggregation von Gemeinden nach Raumtypen (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5 Mittlere Tagesdistanz pro Person differenziert nach Raumtypen

	Mittlere Tagesdistanz in derselben Zone in Kilometer		
	Gesamt	PW	Motorrad
Gesamt	1.71	1.60	0.11
Raumtyp			
Agglomerationskerngemeinde mit 10 Verdichtungsregionen	2.23	2.08	0.15
Übrige Agglomerationsgemeinde	1.47	1.39	0.09
Ländliche Gemeinde	1.54	1.44	0.10

Quelle: MZ 2005, gewichtet (n = 33'390 Personen), eigene Berechnungen
Die fünf isolierte Städte werden den Agglomerationskerngemeinden zugeordnet.

Ergebnisse je Zone des NPVM

Für die Abschätzung des Binnenverkehrs einer Zone wird deren Bevölkerungsanzahl mit der mittleren Tagesdistanz, die an einem durchschnittlichen Verkehrstag von der Schweizerischen Wohnbevölkerung in dem jeweiligen Raumtyp der Zone zurückgelegt wird multipliziert und auf das Jahr hochgerechnet.

Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass Zonenbinnenverkehre für verschiedene Jahre anhand der variierenden Bevölkerungszahlen errechnet werden können. Die Faktoren für die Verkehrsleistungen errechnen sich aus der Formel dargestellt in Kapitel 3.3.2. Die Anzahl Personen wird dabei mit Anzahl aller Wege gleichgesetzt, was dem Prinzip der „Reisenden" entspricht (vgl. BFS 2011, S. 5).

3.4. Anbindungen

Eine weitere Komponente zur Berechnung der Gesamtleistung für die Schweiz sind die Anbindungen. In diesem Kapitel erfolgt anhand des NPVM eine Abschätzung des Verkehrs, der durch den Netzzugang und Netzabgang der Belastungen entsteht.

3.4.1. Vorgehen

Für die Berechnung der Fahr- und Verkehrsleistungen wird angenommen, dass die Längen der Anbindungen den mittleren Längen entsprechen, die benötigt werden, um das Strassennetz (Netzzugangsknoten) zu erreichen respektive um ans Ziel zu gelangen.

3.4.2. Ergebnisse

Für die Schweiz ergibt sich eine Fahr- und Verkehrsleistung der Anbindung, wie Sie in Tabelle 6 dargestellt wird. Der nicht aufs Netz umgelegte Verkehr der Anbindungen – gemessen am Gesamtwert des BFS – entspricht rund 6 Prozent. Für räumlich differenzierte Analysen wurde die Fahr- und Verkehrsleistung auf den Gemeindestand 2000 verteilt. Gemeinsam mit dem Zonenbinnenverkehr (7.1 Prozent) werden somit bei den Fahrzeugkilometern im MIV somit 12.6 Prozent nicht auf das Strassennetz umgelegt.

Tabelle 6 Fahr- und Verkehrsleistung der Anbindungen für die Schweiz (MIV)

	Fahrleistung [Mio. Fzkm]	% an Gesamt	Verkehrsleistung [Mio. Pkm]	% an Gesamt
Anbindungen 2005	2‘892	5.5	4‘540	5.4
Gesamt Schweiz gemäss BFS 2005	52‘522[1]	100.0	83‘642[2]	100.0
Anbindungen 2008	2‘892	5.2	4‘541	5.3
Gesamt Schweiz gemäss BFS 2008	55‘177[1]	100.0	85‘978[2]	100.0

[1] nach http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/04/blank/key/01/01.html
(Summe Personenwagen und Motorrad)
[2] nach http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/05/blank/key/verkehrsleistungen/leistungen.html
(Summe Personenwagen und Motorrad)

4. Fahr- und Verkehrsleistungen des motorisierten Individualverkehrs in der Schweiz

Die Gesamtheit der Fahrleistungen des MIV berechnen sich aus der Summe der Fahrleistungen aus dem interzonalen, intrazonalen Verkehr und den Anbindungen. Dieser Wert wird mit einem Besetzungsgrad multipliziert, um die Verkehrsleistung zu ermitteln. Die Umrechnungsfaktoren werden für die Schweizerische Wohnbevölkerung aus dem Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZ 05) entnommen. Gemäss dem MZ 05 liegt für 2005 ein Besetzungsgrad für Personenwagen von 1.57 vor (vgl. BFS/ARE 2007a, S. 7). Für nicht in der Schweiz immatrikulierte Fahrzeuge ergibt sich ein Besetzungsgrad aus der Erhebung zum Alpen- und grenzquerenden Personenverkehr 2007 (A+GQPV07) bei Personenwagen wie in Tabelle 7 dargestellt (Eigene Berechnungen nach BFS, 2009).

Tabelle 7 Besetzungsgrade für die Berechnung der Verkehrsleistung

Verkehrsart	Erzeuger	Quelle	Jahr	Besetzungsgrad
Binnen	CH	MZ 05	2005	1.57
Quellverkehr	Ausl.	A+GQPV07	2007	1.92[1]
Quellverkehr	CH	A+GQPV07	2007	2.10[1]
Zielverkehr	Ausl.	A+GQPV07	2007	1.92[1]
Zielverkehr	CH	A+GQPV07	2007	2.10[1]
Transitverkehr	Aus.	A+GQPV07	2007	2.37[1]

[1]distanzgewichteter Besetzungsgrad
CH = Schweizerische MIV
Ausl. = Ausländische MIV

Die so ermittelte Fahr- und Verkehrsleistung für den MIV kann der Tabelle 8 entnommen werden. Detaillierte Auswertungen zu den Fahr- und Verkehrsleistungen werden im Kapitel 6 aufgeführt. Die in Kapitel 3 dargestellte Methodik zur Berechnung der Fahr- und Verkehrsleistungen für den MIV, ist in gleicher Weise auf den ÖV anwendbar. Auf eine detaillierte Beschreibung wird an dieser Stelle verzichtet.

Tabelle 8 Fahr- und Verkehrsleistung für die Schweiz im NPVM

	Jahr	Fahrleistung [Mio. Fzkm]	Verkehrsleistung [Mio. Pkm]	Modal Split (Verkehrsleistung)
MIV	2008	51‘250	82‘968	77.7%
öV	2008	-	23'760	22.2%
Total Schweiz		-	106‘728	100.0%

5. Datenvergleich zur Plausibilisierung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse zu den Fahr- und Verkehrsleistungen aus dem NPVM, die anhand der entwickelten Methode aus Kapitel 3 errechnet wurde, mit den Werten des BFS und des ASTRA verglichen. Beim Vergleich gilt es methodische Unterschiede zu berücksichtigen, die im Falle von Abweichungen in den jeweiligen Kapiteln aufgeführt werden.

5.1. Methodik

Die Methodik zur Berechnung der Fahr-und Verkehrsleistungen des BFS ist im Detail in BFS (2011) zu finden. Im Kern basieren die Berechnungen auf den Mikrozensen Mobilität und Verkehr, auf den alpen- und grenzquerenden Erhebungen, auf der Bevölkerungsstatistik und auf der Statistik zum Bestand der Strassenfahrzeuge.

Die Methodik zur Berechnung der Fahr- und Verkehrsleistungen auf dem Nationalstrassennetz sind in ASTRA (2010) dokumentiert. Diese basiert in ihrem Kern für die Abschnitte mit Verkehrszählstationen auf der Schweizerischen automatischen Strassenverkehrszählung (SASVZ). Für die Abschnitte ohne Verkehrszählstationen erfolgt eine Abschätzung der Frequenzen aufgrund der vorausgehenden und nachfolgenden automatisierten Zählungen (ASTRA, 2011).

Die Methodik zur Berechnung der Fahr-und Verkehrsleistungen anhand des NPVM ist in Kapitel 3 dokumentiert.

5.2. Vergleich Nationalstrassennetz

Die Auswertungen in Tabelle 9 zeigen, dass das NPVM für das übergeordnete Strassennetz (Autobahn und Autostrasse des Nationalstrassennetzes) vergleichbare Ergebnisse zu den Werten nach ASTRA (2010) erzielt. Erstens entspricht die Länge des Strassennetzes des NPVM (1753 km, 2008) im Grossen und Ganzen demjenigen aus der BFS Statistik zum Streckennetz nach Verkehrsträgern (1756 km, 2008[7]). Zweitens ist die daraus abgeleitete Fahrleistung aus dem NPVM (18.6 Mrd. Fzkm) auf vergleichbarer Höhe, wie die Berechnungen des ASTRA für PW und Motorräder auf dem Nationalstrassennetz auf der Grundlage der Zählstellen (19.6 Mrd. Fzkm, vgl. ASTRA, 2010). Die Modellierung dieser Verkehrsströme ist auch übergeordnetes Ziel des NPVM.

Tabelle 9 Vergleich Fahrleistungen NPVM und ASTRA (2008 in Mrd. Fzkm)

	Berechnung NPVM	NPVM	ASTRA[1]	Differenz (%)
Autobahn und Autostrasse des Nationalstrassennetzes (in Mrd. Fzkm)	$Fzkm_{CH}$ für HLS Bund: CH-Binnen- + CH-Quell- + CH-Zielverkehr + Ausl-Quell- + Ausl-Ziel- + Transitverkehr	18‘6	19‘6	-5.3
Länge Streckennetz (in Kilometer)	nach Strassenkategorien (Autobahn: 10-15,19-23, 29, 30-34; Autostrasse: 16-18, 24,25,35,36)	1‘753	1‘756[2]	-0.2

[1] nach ASTRA (2010) Personenwagen und Motorräder
[2] inländische Personenwagen und Motorräder auf HLS Bund

Zudem können die Kalibrationsergebnisse des NPVM für die beiden betrachten DTV-Modelle herangezogen werden. Es zeigt sich in Tabelle 10, dass die Zählstellenwerte mit den modellierten Belastungswerte hinsichtlich der mittleren relativen Differenz an Fahrzeugen im DTV gut übereinstimmen.

[7] Vgl. http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/01/key.html (Stand: 25.01.2011)

Tabelle 10 Kalibrationsergebnisse DTV-Zustand (2005 und 2008)

	DTV 2005	DTV 2008
Mittlere relative Differenz (%)	1.2	-0.1
Mittlere absolute Differenz (Fahrzeuge)	5.4	-17.8

5.3. Vergleich zwischen amtlicher Statistik und NPVM für den MIV

Die Quervergleiche zwischen den offiziellen Zahlen des BFS und des NPVM zeigen die Tabellen 11 bis 14 sowie Abbildung 6. Demnach liegt die Fahrleistung des NPVM (inkl. Zonenbinnenverkehr und Anbindungen) für die Jahre 2005 und 2008 um jeweils rund 6 Prozent tiefer als diejenige des BFS. Die Ergebnisse stimmen gut überein, da die Unterschiede im Streubereich der Genauigkeit der Zähldaten und der Hochrechnungsmethode liegen.

Tabelle 11 MIV: Vergleich Fahrleistungen 2005 NPVM und Verkehrsstatistik (in Mio. Fzkm)

	Berechnung NPVM	NPVM	BFS[1]	Diff. BFS-NPVM (%)
Schweizerische Wohnbevölkerung	$Fzkm_{CH}$= CH-Binnen- + CH-Quell- + CH-Zielverkehr + Zonenbinnenverkehr + Anbindungen	46‘119	47‘699[2]	-3.4
Fahrleistung aus dem Ausland	$Fzkm_{Ausland}$= Ausl-Quell- + Ausl-Ziel- + Transitverkehr	3‘669	4‘823[3]	-31.4
Total		49‘788	52‘522[4]	-5.5

[1]nach http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/04/blank/key/01/01.html
[2]inländische Personenwagen und Motorräder
[3]ausländische Personenwagen
[4]Summe aus inländischen und ausländischen Personenwagen und Motorräder

Tabelle 12 MIV: Vergleich Fahrleistungen 2008 NPVM und Verkehrsstatistik (in Mio. Fzkm)

	Berechnung NPVM	NPVM	BFS[1]	Diff. BFS-NPVM (%)
Schweizerische Wohnbevölkerung	$Fzkm_{CH}$= CH-Binnen- + CH-Quell- + CH-Zielverkehr + Zonenbinnenverkehr + Anbindungen	47‘548	49‘453[2]	-4.0
Fahrleistung aus dem Ausland	$Fzkm_{Ausland}$= Ausl-Quell- + Ausl-Ziel- + Transitverkehr	3‘702	4‘724[3]	-27.6
Total		51‘250	54‘177[4]	-5.7

[1]nach http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/04/blank/key/01/01.html
[2]inländische Personenwagen und Motorräder
[3]ausländische Personenwagen
[4]Summe aus inländischen und ausländischen Personenwagen und Motorräder

Tabelle 13 MIV: Vergleich Verkehrsleistungen 2005 NPVM und Verkehrsstatistik (in Mio. Pkm)

	Berechnung NPVM	NPVM	BFS[1]	Diff. BFS-NPVM (%)
Schweizerische Wohnbevölkerung	Pkm_{CH}= CH-Binnen- + CH-Quell- + CH-Zielverkehr + Zonenbinnenverkehr + Anbindungen	72‘542	73‘831[2]	-1.7
Verkehrsleistung aus dem Ausland	$Pkm_{Ausland}$= Ausl-Quell- + Ausl-Ziel- + Transitverkehr	7‘940	9‘811[3]	-19.1
Total		80‘482	83‘642[4]	-3.8

[1]nach http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/05/blank/key/verkehrsleistungen/leistungen.html
[2]inländische Personenwagen und Motorräder
[3]ausländische Personenwagen
[4]Summe aus inländischen und ausländischen Personenwagen und Motorräder

Tabelle 14 MIV: Vergleich Verkehrsleistungen 2008 NPVM und Verkehrsstatistik (in Mio. Pkm)

	Berechnung NPVM	NPVM	BFS[1]	Diff. BFS-NPVM (%)
Schweizerische Wohnbevölkerung	Pkm_{CH}= CH-Binnen- + CH-Quell- + CH-Zielverkehr + Zonenbinnenverkehr + Anbindungen	74‘973	76‘290[2]	-1.7
Verkehrsleistung aus dem Ausland	$Pkm_{Ausland}$= Ausl-Quell- + Ausl-Ziel- + Transitverkehr	7‘973	9‘688[3]	-17.5
Total		82‘968	85‘978[4]	-3.5

[1]nach http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/05/blank/key/verkehrsleistungen/leistungen.html
[2]inländische Personenwagen und Motorräder
[3]ausländische Personenwagen
[4]Summe aus inländischen und ausländischen Personenwagen und Motorräder

Geringe Unterschiede treten bei Fahr- und Verkehrsleistungen der Schweizer Wohnbevölkerung auf. Hier liegen die Unterschiede bei etwa 2 Prozent. Der Hauptgrund hierfür ist der folgende:

- Als weiterer, methodischer Unterschied zwischen NPVM und BFS kann aufgeführt werden, dass beim BFS die Jahreswerte zwischen den Mikrozensus Verkehr-Erhebungen anhand der Fahrzeugimmatrikulation aus der Motorfahrzeuginformationssystem der Eidgenössischen Fahrzeugkontrolle MOFIS abgeleitet werden. Beim NPVM werden die Aktualisierungen der Modellzustände anhand der Schweizerischen automatischen Strassenverkehrszählung SASVZ hochgerechnet.

Die Unterschiede der Modellergebnisse bezüglich des Gesamtverkehrs aus dem NPVM im Vergleich zur amtlichen Verkehrsstatistik des BFS ergeben sich in erster Linie aufgrund der Verkehrsströme aus dem Ausland. Hier treten grössere Unterschiede von 18 bis 31 Prozent auf, die jedoch absolut gesehen keinen entscheidenden Einfluss haben. Gründe für die Abweichungen sind:

- Die Stichprobe des A+GQPV 07 ist für eine räumliche Differenzierung der Quell-Ziel-Relationen zu klein, weshalb es bei BFS und NPVM zu Unstimmigkeiten kommen kann. Zudem fehlt die Kalibrationsgrundlage auf dem untergeordneten Strassennetz, wo die Belastungswerte aus dem Modell von den tatsächlichen abweichen können. Darüber hinaus kann es zu Unstimmigkeiten bei der Methodik zur Abschätzungen der Anbindungen und des Zonenbinnenverkehrs kommen.

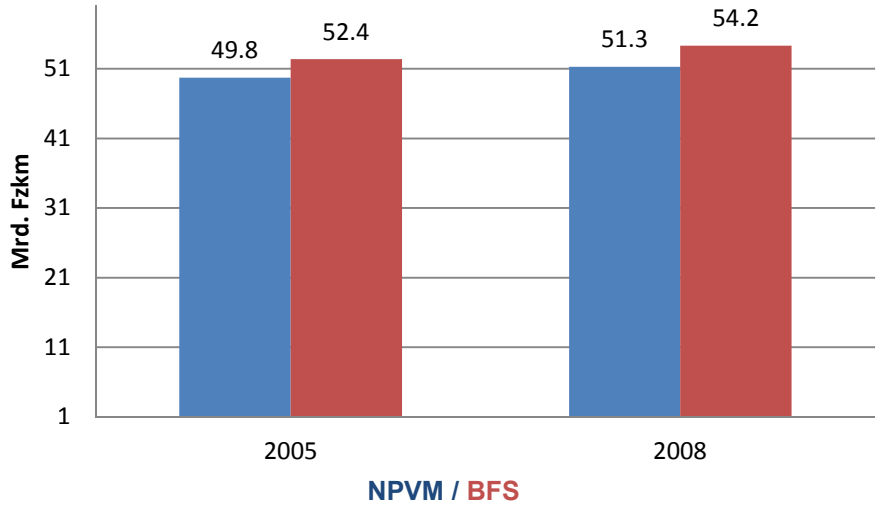
- Es ist auch zu berücksichtigen, dass die Quell-/ Ziel-Beziehungen der Belastungszustände (DTV) aus den Modellzuständen (DWV) übernommen wurden. Da Belastungszustände den durchschnittlichen Tagesverkehr abbilden, bei dem lange Fahrten des Freizeitverkehrs an den Wochenenden häufiger sind, kann es beim NPVM zu einer Unterschätzung des Aussenverkehrs kommen, wenn der DWV in den DTV umgerechnet wird. Bei der zukünftigen Aufbereitung des Aussenverkehrs sind daher beim Personenverkehr Quell-/ Ziel-Beziehungen für den DWV und DTV zu ermitteln.

- Das NPVM ermittelt den Aussenverkehr gesamthaft aus der Grenzerhebung A+GQPV. Bei der Methode des BFS dagegen wird der Ziel-Quellverkehr von der Schweizer Bevölkerung mit Hilfe des Mikrozensus Mobiltät und Verkehr bestimmt und der Ziel-/ Quellverkehr der Ausländer aus der grenzquerenden Erhebung des Personenverkehrs. Somit besteht beim Quell-/ Zielverkehr eine unterschiedliche Basis.

Beim Vergleich mit der amtlichen Verkehrsstatistik des BFS muss für die Jahre 2005 und 2008 darauf hingewiesen, dass für die Werte zwischen den Mikrozensen Mobilität und Verkehr 2005 und 2010 eine rückwirkende Datenkonsolidierung vorgenommen wird, sobald die Ergebnisse 2010 vorliegen (BFS, 2011, S. 7). In diesem Zusammenhang ist anzuführen, dass von der methodischen Umstellung im MZMV 2010 von Distanzschätzungen auf Routingdistanzen von weiteren rückwirkenden Anpassungen ausge-

gangen werden muss. Aus diesem Grund ist der Vergleich in Abbildung 6 von provisorischer Natur und muss nach der rückwirkenden Datenkonsolidierung aktualisiert werden.

Abbildung 6 Vergleich Fahrleistung amtliche Verkehrsstatistik und NPVM (2005, 2008)



Quelle: NPVM, BFS 2011

5.4. Vergleich zwischen amtlicher Statistik und NPVM für den ÖV

Die Methodik zur Berechnung der Fahr- und Verkehrsleistungen im ÖV folgt derjenigen des MIV (siehe Kapitel 3) und wird in diesem Bericht nicht im Detail aufgezeigt. Tabelle 15 beinhaltet der Vollständigkeit halber die Ergebnisse für den ÖV aus dem NPVM. Es zeigt sich, dass im Vergleich zum BFS das NPVM um 9 Prozent höher liegt. Das NPVM modelliert im ÖV in erster Linie den schienengebundenen ÖV (FV: Fernverkehr und RV: Regionalverkehr). Der städtische öV wird mittels des Zonenbinnenverkehrs und Anbindungen hinzu geschätzt. Wie beim MIV gilt hier, dass von der methodischen Umstellung im MZMV 2010 von Distanzschätzungen auf Routingdistanzen von rückwirkenden Anpassungen der offiziellen Verkehrsstatistik ausgegangen werden muss. Vor diesem Hintergrund können räumlich Differenzierungen für den ÖV wie beim MIV ebenfalls vorgenommen werden.

Tabelle 15 ÖV: Vergleich Verkehrsleistung 2008 NPVM und Verkehrsstatistik (in Mio. Pkm)

	Jahr	Analyse-periode	Gesamt	Quelle:
Verkehrsmodell				
Netzbelastung aus NPVM	2008	p.a.	20'140	NPVM
Zonenbinnenverkehr	2008	p.a.	2'300	
Anbindungen	2008	p.a.	1'318	Eigene Berechnungen
Gesamt	2008	p.a.	23'760	
BFS				
für Autobusse, Trolleybus, Eisenbahn, Tram	2008	p.a.	21'589	BFS
Unterschied BFS 2008 zu Verkehrsmodell 2008 [%]			-9	
Abkürzungen:				
NPVM: Nationales Personenverkehrsmodell				
ZBV: Zonenbinnenverkehr				
p.a.: per annum				
Quellen:				
VM-UVEK, Personenverkehrsmodelle öV 2008				
BFS: http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/05/blank/key/verkehrsleistungen/leistungen.html				

6. Räumliche Auswertungen

Um den zusätzlichen Nutzen des NPVM aufzeigen zu können, werden in den nachfolgenden Unterkapiteln Detailtabellen zu den räumlichen Auswertungen vorgestellt. Die Ergebnisse beziehen sich auf den durchschnittlichen Tagesverkehr und den motorisierten Individualverkehr.

6.1. Fahr- und Verkehrsleistungen MIV 2005 des NPVM

Die Fahr- und Verkehrsleistungen 2005 für den durchschnittlichen Tagesverkehr wurden mit dem NPVM ermittelt (vgl. ARE 2010b). Gemäss der in Kapitel 3 beschriebenen Methodik werden die vollständigen Fahr- und Verkehrsleistungen berechnet und in den Tabellen 16 bis 17 nach Streckentypen und Verkehrsarten dargestellt.

Für die Berechnung der Prozentanteile wird der Zonenbinnenverkehr gesamthaft dem schweizerischen Binnenverkehr und der Kategorie Sammel- und Erschliessungsstrassen (SES) zugeordnet, da er erstens durch die Schweizerische Wohnbevölkerung erzeugt wird und zweitens den unteren Strassenkategorien zuzuordnen ist. Dies gilt ebenfalls für den Verkehr auf den Anbindungen. Darüber hinaus werden die Anteile nach schweizerischer Wohnbevölkerung (CH) und ausländischen Erzeugern (Ausl.) untergliedert, die aufgrund des Faktors für den Anteil von Fahrzeugen der Schweizerischen Wohnbevölkerung gegenüber ausländisch immatrikulierten Fahrzeugen aus der A+GQPV07 ermittelt werden.

Anhand der Modellergebnisse in Tabelle 16 kann für 2005 aufgezeigt werden, dass 92 Prozent der Fahrleistungen durch die Schweizerische Wohnbevölkerung entsteht. Von der gesamten Fahrleistung in der Schweiz entstehen 39 Prozent auf dem Hochleistungsstrassennetz (36 Prozent Bund, 3 Prozent Kantone), 35 Prozent auf den Hauptverkehrsstrassen und 26 Prozent auf den Sammel- und Erschliessungsstrassen. Im Jahr 2005 entstehen 19.3 Mrd. Fahrzeugkilometer auf Hochleistungsstrassen.

Tabelle 16 MIV in Mio. Fzkm (2005)

		Netzlänge [km]	Binnen-CH	Quell		Ziel		Transit	Gesamt	%
			MIV							
			CH	CH	Ausl.	CH	Ausl.	Ausl.		
HLS	Bund	1'753	13'970	642	924	640	921	815	17'912	36%
	Kantone	255	1'284	26	38	25	36	3	1'412	3%
HVS		11'513	16'163	241	347	238	343	58	17'390	35%
SES		10'328	6'149	61	87	65	93	4	6'459	26%
Zonenbinnenverkehr		-	3'724	-	-	-	-	-	3'724	-
Anbindungen		-	2'891	-	-	-	-	-	2'891	-
Gesamt		23'849	44'181	970	1'396	968	1'393	880	49'788	
%		-	89%	2%	3%	2%	3%	2%		

Tabelle 17 stellt die Verkehrsleistung des Personenverkehrs im Jahr 2005 dar, die anhand des NPVM errechnet wird. Die Verteilung der Verkehrsleistung auf Verkehrsarten und Strassenkategorien folgt derjenigen der Fahrleistung.

Tabelle 17 MIV in Mio. Pkm (2005)

		Netzlänge [km]	Binnen-CH	Quell		Ziel		Transit	Gesamt	%
			MIV							
			CH	CH	Ausl.	CH	Ausl.	Ausl.		
HLS	Bund	1'753	21'934	1'232	1'939	1'229	1'934	1'932	30'200	38%
	Kantone	255	2'016	50	79	48	76	7	2'276	3%
HVS		11'513	25'375	463	729	457	720	136	27'880	35%
SES		10'328	9'653	116	183	124	196	9	10'281	25%
Zonenbinnenverkehr		-	5'305	-	-	-	-	-	5'305	-
Anbindungen		-	4'540	-	-	-	-	-	4'540	-
Gesamt		24'849	68'823	1'861	2'930	1'858	2'926	2'084	80'482	
%		-	88%	2%	3%	2%	3%	2%		

6.2. Fahr- und Verkehrsleistungen MIV 2008 des NPVM

Nachfolgende Unterkapitel beinhalten Fahr- und Verkehrsleistungen des MIV im NPVM für das Jahr 2008 (vgl. ARE 2010a). Für die Berechnung der Prozentanteile wird – wie für 2005 – der Zonenbinnenverkehr dem Schweizerischen Binnenverkehr und der Kategorie Sammel und Erschliessungsstrassen zugeordnet, da er erstens durch die Schweizerische Wohnbevölkerung erzeugt wird und zweitens auf den unteren Strassenkategorien entsteht. Dies gilt ebenso für den Verkehr auf den Anbindungen. Darüber hinaus werden die Anteile nach Schweizerischer Wohnbevölkerung (CH) und ausländischen Erzeugern (Ausl.) untergliedert.

6.2.1. Fahr- und Verkehrsleistungen MIV 2008 nach Verkehrsarten und Strassenkategorien

Anhand der Modellergebnisse kann für 2008 gezeigt werden, dass 93 Prozent der Fahrleistungen durch die Schweizerische Wohnbevölkerung entsteht. Davon entfallen 39 Prozent auf das Hochleistungsstrassennetz (36 Prozent Bund, 3 Prozent Kantone), 35 Prozent auf den Hauptverkehrsstrassen und 25 Prozent auf den Sammel- und Erschliessungsstrassen. Im Jahr 2008 werden 20 Mrd. Fahrzeugkilometer auf Autobahnen und Autostrassen erbracht. An den Prozentsätzen nach Strassenkatogrien sowie Inländern und Ausländern haben sich zwischen 2005 und 2008 keine Veränderungen ergeben. Die absoluten Werte haben sich jedoch um 3.2 Prozent erhöht.

Tabelle 18 MIV in Mio. Fzkm (2008)

		Netzlänge [km]	Binnen-CH	Quell		Ziel		Transit	Gesamt	%
			MIV							
			CH	CH	Ausl.	CH	Ausl.	Ausl.		
HLS	Bund	1'753	14'544	669	962	673	969	752	18'447	36%
	Kantone	255	1'314	26	37	27	39	3	1'446	3%
HVS		11'513	16'664	242	348	246	354	53	17'907	35%
SUE		10'328	6'401	62	89	64	92	4	6'712	26%
Zonenbinnenverkehr		-	3'846	-	-	-	-	-	3'846	-
Anbindungen		-	2'892	-	-	-	-	-	2'892	-
Gesamt		23'849	45'661	999	1'436	1'010	1'454	812	51'250	
%		-	89%	2%	3%	2%	3%	2%		

Tabelle 19 stellt die Verkehrsleistung des Personenverkehrs im Jahr 2008 mit dem Zonenbinnenverkehr und den Anbindungen dar. Die Verteilung der Verkehrsleistung auf Verkehrsarten und Strassenkategorien folgt derjenigen der Fahrleistung.

Tabelle 19 MIV in Mio. Pkm (2008)

		Netzlänge [km]	Binnen-CH	Quell		Ziel		Transit	Gesamt	%
			MIV							
			CH	CH	Ausl.	CH	Ausl.	Ausl.		
HLS	Bund	1'753	22'834	1'284	2'021	1'293	2'035	1'782	31'249	38%
	Kantone	255	2'063	49	77	52	82	8	2'331	3%
HVS		11'513	26'163	465	732	472	743	124	28'699	35%
SUE		10'328	10'050	119	188	123	194	9	10'683	25%
Zonenbinnenverkehr		-	5'465	-	-	-	-	-	5'465	-
Anbindungen		-	4'541	-	-	-	-	-	4'541	-
Gesamt		24'849	71'116	1'917	3'018	1'940	3'054	1'923	82'968	
%		-	88%	2%	3%	2%	3%	2%		

6.2.2. Fahr- und Verkehrsleistungen 2008 nach Innerorts- und Ausserortsanteilen

In Tabelle 20 werden die Innerorts- und Ausserortanteile vorgestellt, wie sie für das Netz des NPVM anhand von VECTOR25 berechnet wurden. Rund ein Drittel der Fahrleistung in der Schweiz findet in 2008 innerhalb des bebauten Gebiets statt.

Tabelle 20 Inner- und Ausserortsanteile bei Netzlängen und Fahrzeugkilometern (2008)

		Netzlänge [km]	Anteile Siedlung an Netzlänge [%]		Mio. Fzkm 2008	Anteile Siedlung an Fzkm [%]	
			Innerorts	Ausserorts		Innerorts	Ausserorts
HLS	Bund	1'753	10%	90%	18'569	13%	87%
	Kantone	255	19%	81%	1'446	20%	80%
HVS		11'513	34%	66%	17'907	49%	51%
SUE[1]		10'328	35%	65%	13'450	49%	51%
Gesamt		24'849	32%	68%	51'372	33%	67%

[1]inkl. Zonenbinnenverkehr und Anbindungen, die jeweils gesamthaft dem Innerortverkehr zugerechnet werden

6.2.3. Fahr- und Verkehrsleistungen 2008 in den 5 grössten Agglomerationen

Um die Möglichkeiten bei den Berechnungen zu den Fahr- und Verkehrsleistungen aufzuzeigen, werden in nachfolgenden Tabellen die Verkehrskennzahlen für die fünf grössten Agglomerationen (Abgrenzungen sind Gemeindegrenzen) für das Jahr 2008 im MIV vorgestellt. Jedes Total beinhaltet bereits den Zonenbinnenverkehr und die Anbindungen. In Tabelle 21 wird die Netzlänge je Agglomeration, wie diese im NPVM abgebildet ist, aufgezeigt.

Tabelle 21 Netzlänge in Kilometer der 5 grössten Agglomerationen im NPVM (2008)

		Zürich	Basel	Genf	Bern	Lausanne	Gesamt	%
		Netzlänge in km						(am Gesamt Strassennetz des NPVM)
HLS	Bund	111	45	40	63	47	305	1%
	Kantone	46	17	8	10	1	82	0%
HVS		536	191	205	264	235	1'431	6%
SUE		881	314	373	319	233	2'120	9%
Total		1'574	567	625	656	515	3'937	17%
% (am Gesamt Strassennetz des NPVM)		7%	2%	3%	3%	2%	17%	

Tabelle 22 zeigt die Fahrleistung des MIV im NPVM für die fünf grössten Agglomerationen für 2008. Es zeigt sich, dass bereits 36 Prozent der Schweizerischen Fahrleistung in den fünf grössten Agglomerationen entsteht. 11 Prozent davon entfallen auf das Nationalstrassennetz. In der flächenmässig grössten Agglomeration Zürich wird bereits 15 Prozent der gesamtschweizerischen Fahrleistung nachgefragt. Die Fahrleistung des Zonenbinnenverkehrs und der Anbindungen wird gesamthaft den Sammel- und Erschliessungsstrassen zugeordnet.

Tabelle 22 MIV in Mio. Fzkm für die 5 grössten Agglomerationen (2008)

		Zürich	Basel	Genf	Bern	Lausanne	Gesamt	%
		MIV						
HLS	Bund	2'057	840	775	1'020	953	5'645	11%
	Kantone	427	154	92	77	2	752	1%
HVS		1'985	643	765	622	643	4'658	9%
SUE		2'338	790	884	483	484	4'979	19%
Zonenbinnenverkehr		572	247	259	135	165	1'378	
Anbindungen		437	168	179	483	129	1'396	
Total		7'816	2'842	2'954	2'820	2'376	18'808	36%
% (am Gesamt MIV des NPVM)		15%	6%	6%	5%	5%	36%	

Tabelle 23 stellt die Verkehrsleistung des Personenverkehrs im Jahr 2008 für die fünf grössten Agglomerationen vor. Es zeigt sich, dass bereits 41 Prozent der Schweizerischen Verkehrsleistung in den fünf grössten Agglomerationen abgewickelt werden. 14 Prozent davon entfallen auf das Nationalstrassennetz. In der flächenmässig grössten Agglomeration Zürich werden bereits 17 Prozent der gesamtschweizerischen Verkehrsleistung nachgefragt. Die Verkehrsleistung des Zonenbinnenverkehrs und der Anbindungen wird auch hier den Sammel- und Erschliessungsstrassen (SUE) zugeordnet.

Tabelle 23 MIV in Mio. Pkm für die 5 grössten Agglomerationen (2008)

		Zürich	Basel	Genf	Bern	Lausanne	Gesamt	%
		MIV						
HLS	Bund	4'033	1'640	1'533	2'086	1'941	11'233	14%
	Kantone	799	266	171	156	5	1'397	2%
HVS		3'564	1'122	1'342	1'128	1'133	8'289	10%
SUE		3'786	1'263	1'414	770	776	8‘009	15%
Zonenbinnenverkehr		805	348	365	212	233	1'963	
Anbindungen		685	263	281	770	202	2'201	
Total		13'672	4'907	5'106	5'122	4'290	33'092	37%
% (am Gesamt MIV des NPVM)		17%	6%	6%	6%	5%	41%	

7. Schlussbemerkungen und Empfehlungen

Verkehrsmodelle werden in erster Linie im Hinblick auf ihre Massnahmensensitivität entwickelt, um verkehrliche und raumplanerische Entscheidungen abzusichern. Dieser Bericht konnte zeigen, dass darüber hinaus Fahr- und Verkehrsleistungen aus dem NPVM mittels der hier dokumentierten Methode errechnet werden können, um dann eine weitere räumliche Untergliederung vornehmen zu können.

Das NPVM liefert gut übereinstimmende Ergebnisse im Vergleich zur Verkehrsstatistik des BFS. Mit Berücksichtigung des Zonenbinnenverkehrs liegt das NPVM im Vergleich zu den Werten des BFS leicht tiefer als die Werte des BFS (rund minus 6 Prozent beim MIV für die Fahrleistung gemessen an der Verkehrsleistung im Jahr 2008). Die Unterschiede lassen sich auf ungleiche Berechnungsmethoden und Ansätze zurückführen.

Aufgrund der vergleichbaren Ergebnissen kann das NPVM daher auch für die deskriptive Verkehrsstatistik verwendet werden. Anhand des NPVM können Differenzierungsschlüssel errechnet werden, um das Gesamttotal für die Schweiz zu untergliedern, wie etwa nach einzelnen Teilräumen (Emissionsberechnungen nach Teilräumen), differenziert nach Strassenkategorien, Verkehrsarten oder auch nach Inner- und Ausserortsanteilen. Es ist zu empfehlen, dass der Eckwert des BFS für Teilraumbetrachtungen somit mit den Anteilswerten aus dem NPVM weiter differenziert wird. Ein weiterer Vorteil des NPVM liegt darin, dass die Berechnung ebenfalls für einen Prognosezustand durchgeführt werden kann (vgl. ARE 2010c für das Jahr 2030).

Literatur

ARE 2006: Erstellung des nationalen Personenverkehrsmodells für den öffentlichen und privaten Verkehr – Modellbeschreibung, Bern. (Internet: http://www.are.admin.ch/dienstleistungen/00906/index.html?lang=de, Zugriff: 28. September 2010)

ARE 2010a: Nationales Personenverkehrsmodell: DTV Modell 2008, Bern.

ARE 2010b: Nationales Personenverkehrsmodell des UVEK – Basismodell 2005, Bern. (Internet: http://www.are.admin.ch/dienstleistungen/00906/index.html?lang=de, Zugriff: 25. März 2011)

ARE 2010c: Nationales Personenverkehrsmodell des UVEK, Referenzzustand 2030. (Internet: http://www.are.admin.ch/dienstleistungen/00906/index.html?lang=de, Zugriff: 25. März 2011)

ARE 2012: Bundesamt für Raumentwicklung (2012), SP-Befragung 2010 zum Verkehrsverhalten im Personenverkehr, Bern.

ASTRA 2010: Fahrleistungen auf den Nationalstrassen - Methodik, Bern.

ASTRA 2010: Verkehrsentwicklung und Verfügbarkeit der Nationalstrassen – Jahresbericht 2010, Bern.

BFS/ARE 2007a: Bundesamt für Statistik und Bundesamt für Raumentwicklung (2007), Mobilität in der Schweiz. Ergebnisse des Mikrozensus 2005 zum Verkehrsverhalten, Neuchâtel, Bern.

BFS/ARE 2007b: Bundesamt für Statistik und Bundesamt für Raumentwicklung (2007), Reiseverhalten der Schweizerischen Wohnbevölkerung 2005. Modul des Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005, Neuchâtel, Bern.

BFS/ARE 2012: Bundesamt für Statistik und Bundesamt für Raumentwicklung (2012), Mobilität in der Schweiz. Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010, Neuchâtel, Bern.

BFS, 2009: Alpen- und qrenzquerender Personenverkehr 2007 (A+GQPV07), Neuchâtel.

BFS 2011: Leistungen des privaten Personenverkehrs auf der Strasse, Methodenbericht 2011 (Zeitreihen bis 2010), Neuchâtel. (Internet: http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen__quellen/blank/blank/svps/02.html, Zugriff: 08. Februar 2012)

Schuler o.J.: Typologie der Gemeinden der Schweiz: 1980 – 2000, Bundesamt für Statistik, Neuchâtel. (Internet: http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/regionen/11/geo/raeumliche_typologien/01.parsys.0003.downloadList.00031.DownloadFile.tmp/typocommtextde.pdf, Zugriff: 19. Mai 2010)